البيئة المائية للمزارع السمكية

إعـداد

أ.د/نبيل فهمى عبد الحكيم

رئيس قسم الإنتاج الحيوانى
كلية الزراعة - جامعة الأزهر

د / محمد نجيب بكير

رئيس قسم الإستزراع السمكى
بالمعمل المركزى لبحوث الأسماك بالعباسية
مركز البحوث الزراعية

د / مجدى عبد الحميد سلطان

مدرس الإستزراع السمكى
كلية الزراعة بمشتهر
جامعة الزقازيق (فرع بنها)

٢٠٠٢ م

بسم الله الرحمن الرحيم

مقدمة

يتضمن مفهوم البيئة المائية جميع الصفات والمقاييس الطبيعية والكيميائية وكذلك البيولوجية للمياه. مع التطور الكبير الذى حدث فى السنوات الآخيره وتحول نظم الأستزراع السمكي من النظام الموسع أو الأنتشارى إلى النظم الشبه مكثفة والمكثفة أصبحت هناك ضرورة ملحة أن يلم مستزرعي الأسماك بمقاييس مياه المزرعة حيث أنها تعتبر المحدد الأساسي لإنتاجية المزرعة من الأسماك. وأخفاق مستزرع الأسماك فى الحفاظ على نوعية مياه أحواض مزرعته يؤدى بالقطع إلي ضعف نمو الأسماك أو موتها مما يسبب له خسارة اقتصادية. لذلك تم أعداد هذا الكتاب ليكون فى متناول أيدي مستزرعي الأسماك وكذلك المهتمين ببيولوجيا المصايد لإمدادهم ببعض المعلومات الضرورية عن إدارة نوعية المياه والمحافظة عليها وذلك لتوفير البيئة المائية المناسبة لنمو وازدهار الكائنات المائية التي يقومون بتربيتها لتحقيق العائد الاقتصادي الأعلى بالإضافة إلى المحافظة على صحة المستهلك الذى سيتناول هذه المنتجات. ويتضمن هذا الكتاب المعلومات الأساسية عن طرق القياس وتقدير مقاييس المياه سواء كيميائية أو طبيعية أو بيولوجية مع الإدارة الأمثل لها بالإضافة إلي ذلك تم معالجة موضوع استخدام الأسمدة فى تنمية الغذاء الطبيعي بأحواض الاستزراع السمكي مع سرد أحدث نتائج البحوث التي طبقت فى مصر كنموذج لذلك. تضمن هذا الكتاب أيضا معالجة لموضوع الملوثات والتلوث التي يمكن أن تؤثر على نوعية المياه وبالتالي إنتاجية المزرعة.

وأننا إذ قمنا بأعداد هذا الكتاب معتمدين على احدث المراجع فى هذا التخصص الهام أملين أن يكون هذا الكتاب عوناً لمستزرعي الأسماك والمتخصصين فى بيولوجيا المصايد بمصر.

والله ولى التوفيق

معدي الكتاب

القاهرة ٢٥ أغسطس ٢٠٠١

الفهرس

الباب الأول

صفات المياه water quality

تعتــبر عمليات إدارة المياه فى المزارع السمكيه والتحكم فيها من العوامل التى تؤدى إلى نجــاح عملــية الاستزراع السمكى ، وتعتمد نوعية المياه فى مراحل عديدة على التوازن الكيميائى والــذى يوضــح الشــكل الديناميكي لكيمياء المياه. ويتعرض هذا الجزء لكل المعاملات الخاصة بالــتوازن الكيميائـــي فى المياه الدافئة للمزارع السمكية بطريقه سهله ومبسطه معتمداً على النتائج التقريبـــية فقط حيث أن الحسابات البالغة الدقة لابد أن تعتمد على التحاليل المضبوطة معملياً والتى نادراً ما تكون مطلوبه فى الأغراض العملية والتى يمكن أن تشتت بعض القراء فضلاً عن أن هذه المناقشـــة تخاطـــب البيولوجيين على وجه الخصوص والذين هم فى حاجه إلى التطبيق العملى فى المزارع. وتشمل المناقشه أيضاً بيولوجيا نوعية المياه ولكن بشكل مختصر من أجل الرجوع إليها ولتؤكد على النقاط الهامة الخاصة بإستزراع الأسماك .

الخواص الفيزيزيائيه والهيدرولوجيه للمياه العذبه Physical limnology and hydrology

أولاً : الضوء Light

يــنعكس جزء من الضوء أو الأشعة الساقطة على سطح الماء كما يخترق الضوء سطح الماء وتعتمد كمية الضوء التى تخترق الماء على حركه سطح الماء وزاوية سقوط الإشعاع ، فنجد أنـــه كلما كان سطح الماء ساكنا وزاوية الإشعاع أقرب ما تكون رأسية فإن ذلك يؤدى الى اختراق أكبر كميه من الإشعاع أو الضوء لسطح الماء . كما نجد أن الضوء عند مروره خلال الماء يتغير فـــى نوعـــيه الطيف ويتناقص فى الكثافة بسبب تشتته وامتصاصه بواسطة الماء. وفى الماء النقى نجــد أن ٥٣% تقريباً من الضوء الساقط يتحول إلى حرارة خلال المتر الأول وتقل شدته تدريجياً كلمـــا زاد فـــى العمـــق. والموجـــات الضوئية ذات الطول الموجى الطويل مثل الأشعة الحمراء والبرتقالية وكذلك الأشعة قصيرة الطول الموجى مثل الأشعة الفوق بنفسجية والبنفسجية تكون أكثر سرعة فى التأثير من الموجات المتوسطة الطول الموجى مثل الأزرق والأخضر والأصفر .

والمياه الطبيعية دائماً غير نقيه وتحتوى على العديد من المواد التى قد تعترض أو تتداخل مـــع إختراق الضوء للمياه وينتج لون المياه الطبيعية عن الأشعة الضوئية الغير ممتصة المنعكسة

مـــن الضوء الساقط واللون الحقيقى للمياه تسببه المواد الموجودة فى الماء أو الغرويات العالقه بها. ووجـــود العكاره يؤدى إلى تناقص قدرة المياه على نفاذ الضوء بسبب جزيئات المواد العالقه والتى يـــتراوح حجمها من الغرويات الى المواد الخشنه. وفى أحواض الاستزراع قد تنتج العكارة ولون المـــاء أساساً من جزيئات الطين الغروية الداخله مع مياه الرى وأيضا من المادة العضوية الغروية الناتجة من تحلل المواد الخضراء أو من وفرة البلانكتون. وعلى سبيل المثال الأحواض الموجودة فـــى مـــناطق الأمطـــار بجوار الأراض الزراعية غالباً تكون معكرة بجزيئات التربة الغروية. أما الأحـــواض الموجودة فى الغابات فعادة مانجد أن الماء فيها يأخذ شكل المواد الدباليه الموجودة فى مـــياهها. والأحواض المستخدمة فى الإستزراع السمكى المكثف تكون عادة ذات عكارة ناتجة من نموات وازدهار البلانكتون بنوعيه النباتى والحيوانى.

وبصـــفة عامة فإن عملية التمثيل الضوئى لا تحدث بمعدلات تزيد عن معدلات التنفس خاصـــةً فـــى الأعمـــاق عندما تقل كثافة الضوء عن ١% من الضوء الساقط. وتسمى طبقة المياة المســـتقبلة لحوالـــى ١% أو أكـــثر مـــن الضـــوء الســـاقط تســـمى المـــنطقة الضـــوئية euphotic zone . ولأن أحـــواض المـــزارع السمكية تكون المياة بها محتويه على عكارة بسبب الكـــثافات العالـــية مـــن البلانكـــتون لذلك نجد أن مناطقها الضوئية عادة تكون سطحية (ضحلة) والشكل رقم (١) يوضح العلاقة بين كمية الضوء النافذ وكثافة البلانكتون . وبالرغم من أن شفافية المـــياة يمكـــن أن تقـــارن فى المزارع السمكية عن طريق قياسها بعمق قرص الشـــــــفافية Secchi disk إلا أنة أحياناً ماتكون القياسات الكمية ضرورية بإستخدام أجهزة امتصاص الضوء والتى تعتمد على معادلة wetzel 1975 كما يلى :-

$$A\ \% = \text{نسبة الضوء الممتص} = \frac{100 \times (Io - Iz)}{Io}$$

حيث أن:

Io كمية الضوء الساقط على سطح الماء ، Iz = كمية الضوء عند العمق z والتى تحسب من معادلة قانون لامبرت Lambert's law equation.

$$I_z = Ioe^{-kz} \quad \text{or} \quad Ln\ Io - LnI_z = kz$$

حيث e = أساس اللوغارتم الطبيعى.

k = معامل اضمحلال أو تناقص الضوء.

Ln = اللوغاريتم الطبيعى.

هذا ويمكن استخدام المعادلة التالية لتقدير معامل اضمحلال الضوء من رؤية قرص سكى كما يلى:

$$K=1.7/Z_{SD}$$

حيث أن Z_{SD} عبارة عن عمق رؤية قرص سكى بالأمتار.

درجة الحراره والتقسيم الحرارى: Temperature and Thermal Stratification

مـــن المعروف أن المياة لديها قدرة عاليه لإختزان الحرارة والحرارة النوعية للمياه تقاس بالوحدة وهى الكالورى وهو كمية الحرارة التى يحتاجها واحد جرام من الماء لرفع درجه حرارته واحــد درجـــه مئوية. وامتصاص الطاقة الضوئية من خلال الماء يعمل على تدفئة الماء حيث أن طاقـــه الضـــوء تمتص بعلاقه آسيه مع العمق لذلك فإن معظم الحرارة تمتص داخل الطبقات العليا من الماء وخاصة فى أحواض الأسماك ذات التركيزات العالية من المادة العضوية الغير ذائبة لأن حبيـــبات الماده الغير ذائبة تزداد كثيرا فى امتصاصها للطاقة بالمقارنة بالمياه الأقل عكاره. وإنتقال الحراره من الطبقات العليا إلى الطبقات السفلى من المياه يعتمد بدرجه كبيره على مدى خلط المياه بواســطه الـــرياح. وبصفة عامه فإن أحواض المزارع السمكية تكون ضحلة وأكثر عكاره وأكثر حمايـــه ضـــد الـــرياح ومساحتها أقل بكثير من مساحة سطح البحيرات المستخدمة لدراسة التقسيم الحـــرارى. وفى المزارع السمكية ذات المياه الدافئة العادية نادراً ما يكون متوسط العمق أكثر من متريـــن ومساحة السطح أكثر من بضعة هكتارات بينما التقسيم الحرارى الواضح يمكن أن يتطور بســـهوله فى الأحواض الضحلة جداً لأن ظروف العكاره تؤدى إلى سرعة تسخين المياه السطحية فى الأيام المشمسة.

التقســـيم الطبقى الحرارى فى أحواض المزارع السمكية الصغيرة يكون غير ثابت وغير واضح مقارنةً بالأحواض الكبيره أو الأحجام الكبيره من المياه فعلى سبيل المثال الأحواض التى تصـــل مساحتها إلى ٤٠ر. هكتار بمتوسط عمق ١متر يمكن تقسيمها حرارياً خلال ساعات النهار فـــى الشـــهور الدافـــئه فقط بينما يختفى هذا التقسيم بالليل حيث أن الطبقات الأعلى من الماء تفقد الحرارة بالتوصيل وتصبح باردة. بينما فى الأحواض الأكبر والأعمق ٥ر. هكتار أو أكثر بمتوسط عمـــق ٥ر١ – ٢ مـــتر يمكن أن تظل مقسمه أثناء الشهور الدافئة ولكن تقلبات الظروف البيئية قد تـــؤدى إلى إختفاء هذه الطبقات فمثلاً الرياح القويه أو البرد يمكن أن تحدث تقليباً تاماً (شكل ٢) وســـقوط المطـــر بغـــزاره على السطح يسبب غوص قطرات الأمطار من خلال الطبقة السطحية الدافـــئة مســـببا تقليب وهدم للطبقات Upwilling. واختفاء طبقات البلانكتون الكثيف ربما تساعد علـــى تسخين المياه لعمق أكثر وتؤدى أيضاً للخلط التام للطبقات الحرارية وهناك إرتباط قوى بين درجات حرارة الهواء ودرجات الحرارة للطبقة السطحية للمياه علما بان المياه العكره تكون درجة

حرارتها أعلى بكثير من المياه الشفافه وذلك لحدوث إمتصاص كبير للحرارة بواسطة جزيئـــات المــواد العالقة. وأثناء فترات الظهيرة تصل درجة حرارة المياه السطحية إلى ٣١°م خاصةً فى المــناطق ذات البلانكتون الكثيف المتداخلة ولكن درجة حرارة المياه السطحية تكون ٣٥ °م عند قمـــة إزدهار طبقة الطحالب الكثيفة. وقد وجد تشابه فى درجة الحرارة للمياه على عمق ٦٠ سم والهواء فى كل الأيام وأوقات القياس السابقة .

خصائص هيدروليكية لأحواض المزارع السمكية: Hydrology of Ponds

أحواض الاستزراع السمكى عاده ما تشيد بواسطة الإنسان أكثر من تكوينها طبيعياً. حيث المــياه قــد تحجــز إمــا خلف السدود أو فى المستنقعات. والأحواض بصفةً عامه لها عدة أنماط هيدرولوجيه أساسيه هى :-

١- أحــواض المــياه الســطحية والتى تخزن فيها المياه عن طريق الصرف السطحى فوق سطح الأرض فقط .

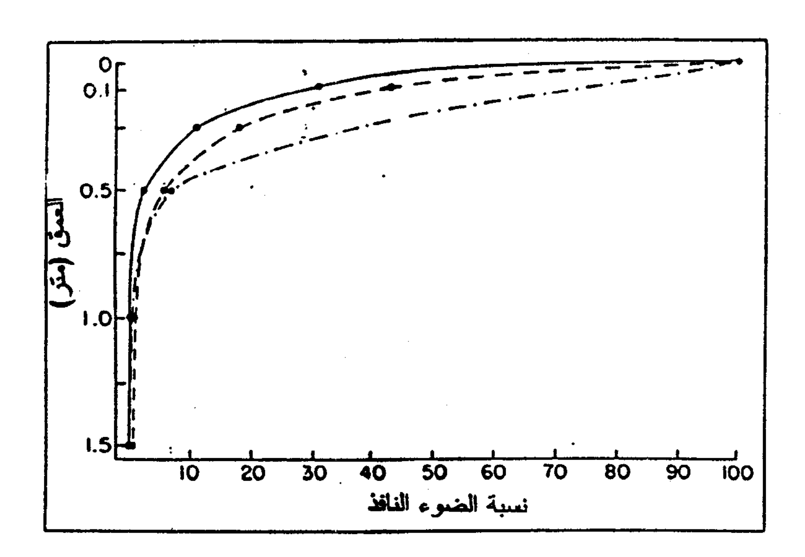
٢- المياه المحجوزة وفيها يتم تخزين المياه بالصرف السطحى بالإضافة لتدفق المياه الجوفية وفى بعض الحالات يكون التدفق من خلال التيارات المتناوبة أثناء الفترات الممطرة.

٣- أحــواض المســتنقعات وتصل إليها المياه عن طريق الصرف السطحى ويكون قاعها متصل بالماء الأرضى أيضاً.

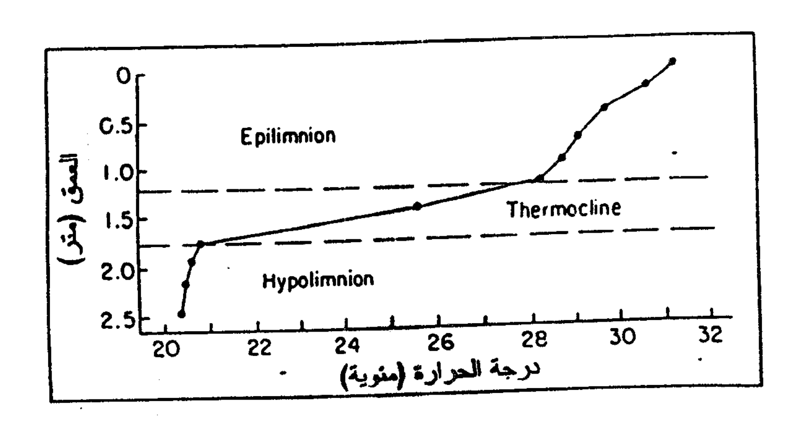
٤- الأحــواض المشــيده بواســطة السدود الحاجزة للتيارات المائية أوالمحجوزة بطبقات وأسعه حامله للمياه .

٥- الأحــواض أو المســتنقعات الخالية من المياه والتى يتم إمدادها بالمياه من المجارى المائية أو الآبار .

ويلاحــظ أنه فى كل من الأحواض الأولى والثانية والثالثة من الأنماط السابقة أن مستويات المــاء تهــبط فــى هذه الأحواض خلال الطقس الجاف ويزداد هذا النقص فى الحالة الأولى. بينما الأحــواض ذات الــنمط الــرابع لهــا مستويات مياه ثابتة ولكن التدفق الخارجى يختلف باختلاف الموسم. ويمكن المحافظة على مستويات المياه بصوره ثابتة بواسطة التحكم فى تدفق المياه الداخلة إلــى الأحواض للنمط الخامس. حيث أن توازن الماء فى الأحواض من حيث المنسوب يعتبر بالغ الأهمية لأن التناقص الشديد فى مستويات المياه قد تنعكس تأثيراته على عشائر الأسماك من خلال



شكل (١): نفاذ الضوء من خلال المياه المجودة فى ثلاث أحوض للأسماك سبق تسميدها



شكل (٢): التقسيم الحرارى فى أحواض الأسماك

هـــدم وتدمـــير أماكـــن التكاثر والكائنات المغذية بالإضافة إلى التزاحم. ويجب ملاحظة أن معدل التـــبادل الســـريع للمياه يقلل من فاعلية المعاملات الكيمائية مثل إضافة الجير Liming والتسميد Fertilization .

وتشمل مصادر المياه الداخلة للأحواض مياه المطر– الصرف السطحى على الأراضي – الـــتدفق الداخلـــى للمياه الأرضية – تدفق المجارى المائية ومياه الآبار والخزانات المائية بينما فقد المياه فى الأحواض يتم من خلال التبخير والترشيح بالإضافة إلى الفقد عن طريق الكائنات النباتية المائية والأشجار والشجيرات حول حافة الحوض وكذلك الفقد من خلال الصرف.

فـــى حـــالات الإنتاج السمكى التجارى وكذلك الأغراض البحثية يكون من المرغوب فيه إســـتخدام المســـتنقعات أو الأحواض المحجوزة ويتم فيها حفظ مستويات المياه عن طريق الإضافة المـــنظمة من المياه. وهذه الأحواض ليس لها تدفق داخلى للماء الأرضى غالباً أو صرف سطحى وفـــيها يـــتم الحفاظ على التوازن المائى لمنسوب المياه بواسطة الترسيب داخل الحوض – النشع– التبخير – التحكم فى إضافة المياه .

الباب الثاني

كيمياء المياه Water chemistry :

المكونات الكيميائيه للمياه الطبيعيه (الماء السطحي):-

تشـمل العوامـل الـتي تـتحكم في مكونات المياه الطبيعية العوامل الفيزيائية والعوامل الكيميائية والعوامل البيولوجيه. فالماء العذب ينشأ أصلاً من مكونات الغلاف الجوى والذى يحتوى علـى كميات مختلفة من العديد من المواد العضوية وغير العضويه. وهذه الجزيئات الموجودة فى الغـلاف الجوى تنشأ من الأملاح البحرية والغبار والإنبعاثات الصناعية.........الخ . وهذه المواد تعـد النواة التى يتجمع حولها بخار الماء الكثيف مكوناً السحب. وفى المناطق الساحلية والمناطق الحضـريه تزداد هذه المكونات من المواد الغريبة أكثر منه فى المناطق الزراعية أو الريفية نتيجة للتركـيزات العالـية مـن أملاح البحر فى الهواء البحرى والمواد الناتجة من إحتراق النفايات فى المـناطق ذات الكـثافة السـكانية العالـية، مياه الأمطار فى مناطق التجمع السكانى الكثيف تكون حمضـيه خفـيفة لأنها تحتوى على ثانى أكسيد الكربون بينما مياه الأمطار فى المناطق الريفيه قد تكـون عالية الحموضة بسبب مركبات الكبريت المتصاعدة فى الغلاف الجوى من إحتراق الوقود والـتى تتأكسـد إلـى حمض كبريتك بمجرد سقوط الأمطار على الأرض لتصبح صرف سطحى والـذى يـتدفق فـوق سطح التربة والصخور ويعمل على إذابة مواد مختلفة ويصبح محملاً أكثر بـالأملاح المعدنـية. و تعتمد درجة الملوحة والأملاح المعدنية المذابة بواسطة الصرف السطحى على التكوين الجيولوجى للأرض ودرجة إذابة المكونات الجيولوجيه وعلى وقت التلامس بين الماء والماده المعدنيه المكونه لسطح الأرض.

وتعمـل المياه المتدفقة عبر المناطق الزراعية أيضاً على إذابة مركبات عضويه مختلفة. ذرات المـواد العضـوية والغير عضويه تكون معلقه فى مياه الصرف السطحى وبمجرد وصول المـاء إلى الأحواض أو البحيرات تترسب أولاً جزيئات المادة الأكبر حجماً وهى ليست كافيه لكى تسبب العكاره أوان تعلق فى المحلول المائى وهى تحدث تفاعلات بين المحلول المائى وطين القاع عند رسوبها بين مختلف المواد الذائبة وبين المعلقات محدثةً إتزان فى مكونات النظام المائى. وفى المناطق ذات التهوية الشديدة يحدث زيادة فى معدل التبخير وبالتالى زيادة فى تركيز المواد الذائبة والعمليات البيولوجية محدثةً تغير أيضاً فى مكونات المياه من خلال أخذ الأيونات والغازات أو من خـلال إطـلاق نواتج التمثيل الغذائى. وفى بعض الحالات تعتبر العمليات البيولوجية هى العوامل

الأولية المنظمة لتركيزات المواد فعلى سبيل المثال تركيزات كل من الأكسجين الذائب وثانى أكسيد الكــربون فــى الأحواض يعتمد أولياً على معدلات البناء الضوئى والتنفس والمياه السطحية تكون مختلفة للغاية فى التركيب الكميائى ولكن الاختلافات الكلية فى التركيب الكيماوى للمياه يكون أكثر وضــوحاً بيــن المناطق ذات الإختلاف الجيولوجى والمناخى. وتعرف المياه العذبة الطبيعية بأنها محالــيل قلويــه مخففــه مكونه من كربونات وبيكربونات أرضيه قلويه وكبريتات وكلوريدات مع كميات كبيره من حمض السيلسيك والذى يوجد غالباً مع الكميات الزائده من الكبريتات والكلوريد. ويوجــد أيضــاً عــدد من المكونات الصغيرة فى المحلول الحقيقى بعض منها يعتبر وجوده بالغ الأهمــية فــى العملــيات البيولوجية المختلفة وكذلك مجموعه من المواد الغروية تشمل كل المواد العضوية والغير عضوية. وفى التعريف السابق نلاحظ أننا لم نشير إلى الغازات العديده التى تكون موجوده أيضا فى المياه الطبيعيه .

يحتوى الماء أيضاً على تركيزات متباينه من كل العناصر الموجودة فى القشرة الأرضية وفــى الغلاف الجوى بالإضافة إلى معظم المركبات العضوية المخلقة بواسطة الكائنات الحية التى قد تكون موجودة فى الماء. والقائمة التالية توضح المواد الأكثر شيوعا الموجودة فى الماء وهى :

غــازات: مــثل الأكســجين ، ثانى أكسيد الكربون ، النيتروجين ، الأمونيا ، كبريتيد الأيدروجين والميثان.

مكونات معدنيه: مثل كالسيوم ، ماغنسيوم ، صوديوم ، بوتاسيوم ، حديد ، منجنيز ، ألومنيوم ، زنك ، نحاس ، مولبدنيوم ، كوبالت ، كربون ، فوسفور ، نتروجين ، كبريت ، كلوريد ، فلورين ، أيودين ، بورون ، وسليكون .هذه العناصر موجودة عادةً كأيونات أو جزيئات غير عضويه أو فى المعقدات العضوية .

المــادة العضــوية الذائــبه : سكريات ، أحماض دهنيه ، أحماض دبااليه ، تانين ، فيتامينات ، أحماض أمينية ، ببتيدات ، بروتينات، صبغات نباتيه ، يوريا، والعديد من المركبات الكيميائية الحيوية الأخرى.

المادة الغير عضوية المعلقة: وتشمل الطين الغروى والمعلقات الخشنة لجزيئات التربة .

المــادة العضــوية المعلقــة :- وتشمل الغرويات أو العوالق التى فى مراحل مختلفة من التحلل، البلانكتون النباتى الحى ، البلانكتون الحيوانى والفطريات والبكتريا.

المياه الجوفية: Ground water

بالرغم من أن كلاً من المياه الجوفية والمياه السطحية تحتوى على نفس المكونات تقريباً إلا أن مياه الآبار لنفس المنطقة تختلف كثيراً فى صفاتها عن المياه السطحية والماء المرشح من خلال

الـــتربة وصـــخور القشـــرة الأرضية يتراكم به ثانى أكسيد الكربون ويفقد الأكسجين الذائب وذلك نتيجة للنشـــاط البـــيولوجى فـــى طـــبقات التربة السطحية وبمجرد ترشيح المياه لمستوى الماء الأرضي يظل لفـــترات طويلة فى تلامس مع الأملاح ويتغير فى التركيب كنتيجة للتفاعلات الكيماوية. والمياه الجوفية الموجـــودة فـــى الأراضـــى الرملـــية قد تكون بها تركيزات عالية من ثانى أكسيد الكربون وتركيزات منخفضـــة من الماد الصلبة الذائبة . الماء الجوفى فى المناطق ذات ترسيبات الحجر الجيرى عاده يكون بهـــا ثـــانى أكسيد الكربون أقل بسبب تفاعلات CO2 مع الحجر الجيرى ولكن تكون به نسبه عالية من المـــاد الصـــلبة الذائـــبة الكلية وإنخفاض فى تركيز الأكسجين. أما المياه الجوفية من الآبار غالباً تحتوى علـــى الحديـــدوز وأيونات مختزله أخرى ويترسب هيدروكسيد الحديديك غالباً من الماء الجوفى عندما يـــتلامس مع الهواء أو إعادة إضافة الأكسجين إليه. ولهذا لابد من ترك مياه الآبار فتره قبل إستخدامها فى الإستزراع السمكى ليتخلص من غاز ثانى أكسيد الكربون ويكتسب الأكسجين .

بعض المصطلحات العلمية : Terminology

غالـــباً مـــا نعـــبر عن تركيزات المواد فى الماء بالمجم/لتر أو ميكروجرام/لتر- أجزاء الملـــيون(ppm) وأجـــزاء البلـــيون (ppb) غالـــباً تكون مستخدمه وقابله للتغيير بالمجم/لتر أو مـــيكروجرام/لـــتر علـــى التوالى. أما المواد الأيونية قد يعبر عنها بالملى مكافئات/لتر (meq/l) وهناك عدة مصطلحات سوف نعرضها فى السطور التالية:-

الماء القلوى Alkali Water

تحـــتوى هـــذه المـــياه علـــى مســـتوى عالى من كاتيونات فلزيه قلوية عاده ما تكون عبارة عن الصوديوم والبوتاسيوم .

الاحتياج الأكسجينى البيولوجى Biological Oxygen Demand (BOD)

هـــو كميه الأكسجين المستهلكة بواسطة عمليات التنفس فى زجاجه ماء محصنة فى الظلام على درجـــة جـــراره ثابـــتة لوقـــت محدد . وعادة يقدر الإحتياج الأكسجيني البيولوجى القياسى وذلك بالتحصين لمدة ٥ أيام على درجة حرارة مقدارها ٢٠°م.

الاحتياج الأكسجيني الكيميائى Chemical Oxygen Demand (COD)

هـــو كمـــية الأكسجين المعادلة لثانى كرومات البوتاسيوم المستهلكة أثناء أكسدة عينة الماء الخام. ويعتـــبر مقـــياس للمـــادة العضـــوية وغالـــباً ما يستخدم للدلالة على مقدار الاحتياج الأوكسجينى البيولوجى (BOD).

المادة العضوية الجزئية Particulate of organic matter

هــى عــبارة عن الفقد فى الوزن والنتائج من حرق المادة العضوية المتبقية من ترشيح عينة الماء وذلك على درجة حرارة مقدارها ٥٥٠°م .

الملوحة Salinity

وهى عبارة عن التركيز الكلى لكل المكونات الأيونيه الموجودة فى عينة ماء .

المواد الصلبة القابلة للترسيب Settelable Solids

عبارة عن حجم أو وزن المادة الصلبة التى سوف تترسب خلال ساعة على قاع مخروط Imhoff المحتوى على حجم معلوم من الماء .

التوصيل النوعى Specific Conductance

هــو قدرة عينه من الماء على توصيل التيار الكهربى. وقيم التوصيل النوعى للمياه الطبيعية عاده تزداد مع زيادة تركيزات المادة الصلبة الكلية الذائبة .

القلويه الكليه Total Alkalinity

هــى التركيز الكلى للقواعد فى الماء معبراً عنها بالمجم/لتر مكافئ كربونات كالسيوم $CaCO_3$. وعاده تنتج القلويه أساساً من أيونات البيكربونات HCO_3^- و الكربونات CO_3^{2-}.

المواد الصلبه الذائبه الكليه Total Dissolved Solids

هى الجزء المتبقى الكلى بعد تبخيرعينة من الماء والتى سبق ترشيحها للتخلص من المواد العالقة .

العسر الكلى Total Hardness

هــو التركيز الكلى للأيونات الأرضية القلوية معبراً عنه بالمجم/لتر مكافئ كربونات كالسيوم $CaCO_3$ وعادة يشمل فقط أيونات الكالسيوم والمغنيسيوم معبراً عنه فى أجزاء المكافئ كربونات الكالســيوم .الماء العسر hard water يحتوى على تركيزات عالية من القلوية الأرضية .أما الماء اليسر soft water يحتوى على تركيزات منخفضة من القلويات الأرضية.

المواد الصلبة الغير طياره الكليه :Total nonvolatile Solids

هــى الفــرق بين الماد الصلبة الكلية والمواد الصلبة الطيارة الكلية وهذا الفرق يمثل المادة الغير عضوية.

المادة الجزيئية الكلية : Total particulate matter

هــى الــوزن الجــاف للمادة الذى يتبقى على مرشح ناعم ويشتمل على الجزيئات الغير عضويه والمادة العضوية الحية والميتة.

الجوامد الكليه : Total Solids

هى عبارة عن الجزء المتبقى الكلى بعد تبخير عينة ماء خام. وهذا الجزء المتبقى يشتمل علــى المــواد الذائبة بإستثناء الغازات الذائبة وثانى أكسيد الكربون CO2 الناتج من البيكربونات وكل المادة المعلقة .

الجوامد الطيارة الكلية : Total volatile Solids

هو الفقد فى الوزن الناتج عن الاحتراق على درجة حرارة مقدارها ٥٥٠°م للجزء المتبقى الصلب الكلى. وهذا الفقد فى الوزن يمثل المادة العضوية .

القلوية وثانى أكسيد الكربون Alkalinity and carbon Dioxide

ذوبان غاز ثانى أكسيد الكربون Solubility of Carbon Dioxide

بالــرغم مــن أن غاز CO_2 عالى الذوبان فى الماء ولكنه يمثل نسبه ضئيلة من مكونات الغلاف الجوى ولذلك فان التركيزات المتوازنة له فى الماء النقى تكون قليلة .

ويتفاعل غاز CO_2 كحمض فى الماء كما يلى :-

$$1-H_2O + CO_2 \rightleftharpoons H_2CO_3$$
$$2-H_2CO_3 \rightleftharpoons H^+ + HCO_3^-$$

ولقــد وجد أن نسبه أقل من ١ % من CO_2 الذائب فى الماء عباره عن حمض الكربونيك H_2CO_3 والــذى ينحل بقوه كما فى المعادلة(١) لذلك فإننا نعتبر $H_2CO_3 + CO_2$ كثانى أكسيد كربون كلى وتكتب على النحو التالى:

$$3- \quad \text{Total } CO_2 + H_2O \rightleftharpoons H^+ + HCO_3^-$$

ومعامل التوازن الظاهرى لهذه المعادلة هو:

$$4- \frac{(H^+) + (HCO_3^-)}{(\text{Total } CO_2)} = K1 = 10^{-6.35}$$

المـــاء النقى المشبع بغاز ثانى أكسيد الكربون CO_2 على ٢٥°م يحتوى على CO_2 كلى مقــداره ٤٨ر. مجم/لتر CO2. وطبقا للحسابات التى تعتمد على التعبير التوازنى بالمعادلة نظرياً تكــون درجة الــ pH ٥٫٦٨ pH (جدول ١) وعند المستويات الأعلى من CO_2 فإن الــ pH سوف

يقل. وعلى سبيل المثال إذا كان التركيز الكلى الثانى أكسيد الكربون هو ٣٠ مجم/لتر على ٢٥° م فـــإن الـــــpH سوف يكون ٨ر٤ تقريباً ومن المفترض عادة أن CO_2 لا يستطيع زيادة حموضة الماء أكثر من pH ٨ر٤ . والمعادلة التالية تبين التوازن بي/*ن البيكربونات والكربونات .

5- $HCO_3^- = H^+ + CO_3^{-2}$

معامل الإتزان K لانحلال البيكربونات هو : -

$$\frac{(H^+)\ CO_3^-)}{(H\,CO_3)} = K2 = 10^{-10.33}$$

جدول (١) ذوبان غاز ثانى أكسيد الكربون فى المياه النقيه عند درجات حراره مختلفه.

درجة الحرارة (°C)	مجم/لتر	درجة الحرارة (°C)	مجم/لتر	درجة الحرارة (°C)	مجم/لتر
صفر	١ر١٠	١١	٠ر٧٤	٢٢	٠ر٥٢
١	١ر٠٦	١٢	٠ر٧٢	٢٣	٠ر٥١
٢	١ر٠٢	١٣	٠ر٦٩	٢٤	٠ر٥٠
٣	٠ر٩٩	١٤	٠ر٦٧	٢٥	٠ر٤٨
٤	٠ر٩٤	١٥	٠ر٦٥	٢٦	٠ر٤٦
٥	٠ر٩١	١٦	٠ر٦٢	٢٧	٠ر٤٥
٦	٠ر٨٨	١٧	٠ر٦٠	٢٨	٠ر٤٤
٧	٠ر٨٦	١٨	٠ر٥٩	٢٩	٠ر٤٣
٨	٠ر٨٢	١٩	٠ر٥٨	٣٠	٠ر٤٢
٩	٠ر٧٩	٢٠	٠ر٥٦		
١٠	٠ر٧٦	٢١	٠ر٥٤		

وعندما تكون K_2 صغيرة ، فإن كمية CO_3^{-2} يمكن إهمالها فى المياة النقية المحتوية على تركيز عالى من CO_2، ولكن إذا زادت قيم الــ pH يجب تزداد قيم CO_3^{-2} ويتناقص CO_2 الكلـــى لحفـــظ K_1 ,K_2 . ودرجة ا لــ pH التى ينخفض عندها تركيز CO_2 إلى قيمه لا يمكن قياسها وظهور CO_3^{-2} بتركيز يمكن قياسه تكون هامة لكل من الإغراض التحليلية والعملية CO_2. الكلـــى والكـــربونات سوف يصل كل منهم لتركيزات منخفضة جداً عندما يتساوى تركيز الكـــربونات مع تركيز غاز ثانى أكسيد الكربون الكلى ودرجة الــ pH التى يتساوى عندها تركيز الكربونات مع تركيز غاز ثانى أكسيد الكربون الكلى يمكن حسلبها من المعادلة الآتية :

$$\frac{(H^+) + (H\,CO_3^-)}{(Total\ CO_2)} \times \left(\frac{H+ \ + (H\,CO_3^{-2})}{(H\,CO_3^-)}\right) = K_2 \times K_1$$

$$\frac{(H^+)\,(CO_3^-)}{(H\,CO_3)} = K_2 = 10^{-16.68}$$

إذا وضعنا $(H\,CO_3^{-2}) = ({}_{total}\,CO_2)$ فإن حساب pH يكون كالآتى :-

$$(H)^2 = 10^{-16.68}$$

$$(H^+) = 10^{-8.34}$$

$$pH = 8.34.$$

ولذلك فالرقم ٨,٣٤ غالباً تعطى كدرجة حموضة pH عند غياب CO_2 وعدم تكوين CO_3^{-2} .

البيكربونات والكربونات فى المياه الطبيعية

Biocarbonate and carbonate in Natural Waters

تحــتوى المــياه الطبيعية عادة على أيونات بيكربونات أكثر من الناتجة من تأين حمض الكربونــيك فى المياه المشبعة بغاز ثانى أكسيد الكربون . ويتفاعل غاز CO_2 فى المياه الطبيعية مــع القواعــد الموجــودة فــى الصــخور والتربة ليكون أيونات البيكربونات $H\,CO_3^-$ لكل من الكــربونات الأرضية القلويه وهى دولوميت Dolomite $Mg\,(CaCO_3)_2$، الكالسيت $Ca\,CO_3$ Calcite كما يلى:-

7- $Ca\,CO_3 + CO_2 + H_2O \rightleftharpoons Ca^{+2} + 2\,H\,CO_3^-$

8- $Ca\,Mg\,(CO_3)_2 + 2\,CO_2 + 2\,H_2O \rightleftharpoons Ca^{+2} + Mg + 4\,H\,CO_3^-$

ومن المعروف أن كل من الكالسيت والدولوميت قليل الذوبان ولكن محاليلهم تزداد كثيراً بالــتفاعل مــع CO2. الفلســبار Feldspar يعطــى أيضا أيون البيكربونات فى وجود CO_2 . والمعادلة التاليه توضح ذلك.

$Na\,ALSiO_8 + CO_2 + 5.5\,H_2O = Na + HCO_3^- + 2H_4SiO_4 + ½\,AL_2Si_2O_5(HO)_4$

وتتضــمن الــتفاعلات تكويــن $H\,CO_3^-$ مــن الكربونات وهى تفاعلات متزنة equilibrium reactions ويجــب إضــافة كمــية محــدودة منCO_2 لكى تحافظ على كميه محددة من أيون الكــربونات فى المحلول. أما إذا زادت أو انخفضت كمية CO_2 سوف يؤدى ذلك إلى تغير مماثل فى تركيز أيون البيكربونات. ومحاليل أيون البيكربونات ($H\,CO_3^-$) المخففة فى حاله التوازن تكون قلوية ضعيفة وذلك لأن البيكربونات تستطيع التفاعل كقاعدة أو كحمض كما يلى:

$$10-\quad HCO_3^- + H^+ \rightleftharpoons H_2O + CO_2$$

$$11-\quad HCO_3^- \rightleftharpoons H^+ + CO_3^{-2}$$

ولا يـــتجه التفاعل الثانى ناحية اليمين بأى إضافة قبل أن يتم توازن التفاعل الأول حيث أن أى أيونـــات الهيدروجين الناتجة من التفاعل الثانى تستخدم فى التفاعل الأول ولذلك فإنه عندما يكـــون تركيز $[CO_2]=[CO_3^{-2}]$ تكون درجة $pH =$ ٨ر٣٤ تقريبا (المحسوبة سابقاً). وأفضل توضيح لذلك عندما يكون محلول أيون البيكربونات فى حالة التوازن يكون المحلول قلوى نظراً لأنه يحتوى على كل من حمض CO_2 وقاعدة CO_3^{-2} بتركيزات متساوية. والكربونات تعتبر قاعدة وذلك لأن تحللها يعطى أيونات الأيدروكسيد OH^-

$$12-\quad CO_3^{-2} + H_2O \rightleftharpoons HCO_3^- + OH^-$$

وحيث أن $CO3^{-2}$ قاعدة قويه ($K\,b = 10^{-3.67}$) مقارنة ب $CO2$ والذى يعد بمثابة حمض عند ثابت الاتزان ($K1 = 10^{-6.35}$). وبجمع المعادلتين ١ ، ٢ تعطى:

$$13-\quad 2HCO_3^- = CO_2 + CO_3^{-2} + H_2O$$

والتعبير عن التوازن يأخذ الصورة التالية:

$$14-\quad \frac{(CO2)(CO3^{-2})}{(HCO3^-)^2} = K = 10^{-3.98}$$

وبطـــريقة أخـــرى فإن العلاقة بين CO_2 الكلى و CO_3^{-2} وكذلك الهيدروجين H^+ يمكن التعبير عنها بدمج المعادلتين ٣ و ٥ للحصول على ثوابت الاتزان الخاصة بالمركبات الثلاثة السابقة:-

$$H = K_1(\text{Total } CO_2) / (HCO_3) \qquad H+ = K2(CO_3^-) / (CO_3^{2-})$$

ومن هاتين المعادلتين نستنتج أن

$$15-\ (H^+) = [K_1 K_2 (\text{Total } CO_2) / (CO_3^{2-})]^{1/2}$$

ومن المعادلة ١٥ يكون من السهل ملاحظة أن تركيز (H^+) يتناسب طردياً مع تركيز CO_2 وعكسياً مع تركيز الكربونات وإذا نزع غاز ثانى أكسيد الكربون من هذا النظام فإن قيمة الpH سوف تزداد وكذلك اذا نزع CO_2 من أيونات الكربونات من بداية النظام المتوازن. وفى الحقيقه فإن ارتفاع الpH يسبب زيادة أيون الكربونات (CO_3^{-2}) والتحليل المائى ينتج أيونات الهيدروكسيل(HO^-). العلاقة بين ال pH ، CO_2 ، HCO_3^- ، CO_3^{-2} موضحة فى شكل (٣) :-

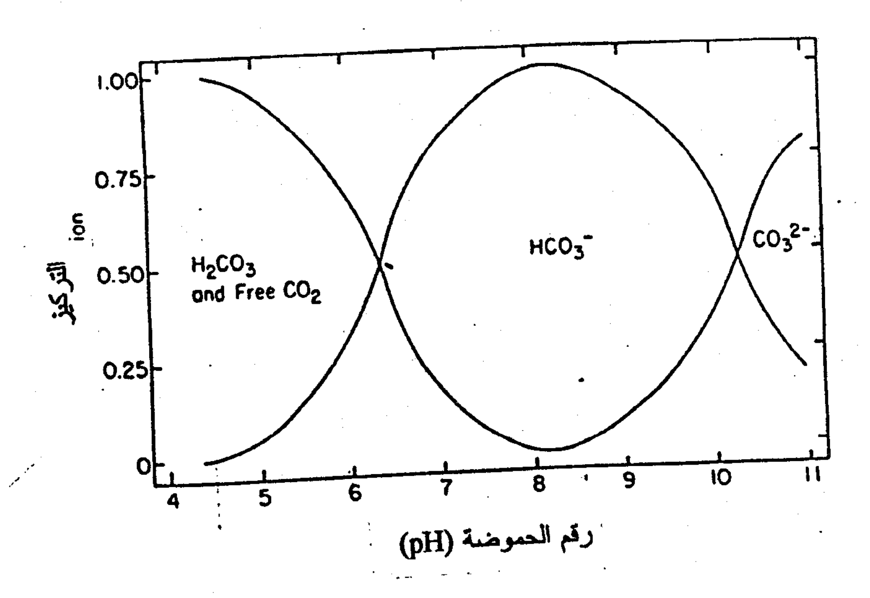
تأثير البناء الضوئى على درجة الحموضه

Effect of Photosynthesis on pH

ترتبط أيونات الكالسيوم فى المياه العذبة عاده مع أيونات البيكربونات والكربونات ولذلك عند زيـــادة تركـــيز أيون الكربونات يتكون كربونات الكالسيوم والتى تترسب حيث أنها قليلة الذوبان فى المـــاء. وعمليه البناء الضوئى التى تتم بواسطة النباتات المائية تقوم باستهلاك ثانى أكسيد الكربون

مـــن المـــاء أثـــناء الـــنهار مما يؤدى الى ارتفاع فى قيم pH وبالرغم من ذلك تستطيع النباتات الاســـتمرار فـــى اســـتخدام الكميات القليلة الميسرة من CO_2 على درجة pH أعلى من ٨٫٣٤ ويمكـــن للخلايـــا النباتـــية أن تمـــتص البيكربونات وتستخدم الكربون المكون لها فى عمليه البناء الضـــوئى. خـــلال فـــترات البـــناء الضـــوئى الكثيف فى المزارع السمكية ذات الازدهار الشديد للبلانكـــتون يمكن أن يرتفع الـpH الى ٩ -١٠ للمياء اليسر soft water أما أثناء ساعات الليل فان عمليات التنفس تطلق CO_2 فى الماء وينخفض الـpH (شكل ٤).

فى بعض المزارع السمكية نجد أن الصوديوم والبوتاسيوم يتحدان مع أيونات البيكربونات والكـــربونات ممـــا يؤدى لارتفاع درجة pH لهذه المياه لمستويات عالية غالباً أعلى من ١٠ خلال فـــترات البناء الضوئى السريع. هذه الظاهرة تحدث لأن كربونات الصوديوم وكربونات البوتاسيوم كلاهما أكثر قابليه للذوبان من كربونات الكالسيوم مما يسمح بتراكم أكثر للكربونات والتى بتحليلها مائيا تكون مصدر لأيون OH^- .



شكل (٣) : العلاقه بين درجة الحموضه pH، وغاز ثانى أكسيد الكربون، والبيكربونات، HCO_3^- ، والكربونات CO_3^{2-}

القلوية Alkalinity

القلويـــة الكلـــية عبارة عن القواعد الكلية الموجودة فى الماء والتى يعبر عنها بكربونات الكالســـيوم المكافـــئة. فـــى غالبـــية المـــياه تكون القواعد الأساسية هى إما أيونات الكربونات أو البـــيكربونات أو كلاهمـــا. وقـــد تقســـم القلويـــة الى قلوية البيكربونات وقلوية الكربونات وأحيانا الهيدروكســـيد . ويمكن ترتيب مستويات القلوية الكلية للمياه الطبيعية من أقل من ٥ مجم /لتر الى عـــدة مـــئات مجم /لتر . قلوية المياه غالباً تشير الى محتوى الكربونات فى الصخور أو التربه أو الجسور أو طين القاع. فعلى سبيل المثال نجد أن المياه ذات القلوية الكلية العالية ترجع الى رواسب الكـــربونات فـــى التربة المحيطة وقد ترجع القلوية العالية فى المياه فى المناطق الجافة الى التبخير الســـريع والـــذى يعمل على تركيز هذه الأيونات فى الماء. والمياه الطبيعية التى تحتوى على ٤٠ مجـــم /لتر أو أكثر قلوية كليه مثل كربونات الكالسيوم تعتبر مياه عسره بينما المياه المحتوية على أقـــل من ذلك هى مياه يسره soft water حيث أن المياه العسرة hard water تكون بصفة عامه أكـــثر إنتاجـــيه من المياه اليسرة وهذا الإنتاج الهائل لا يرجع مباشرة الى تركيزات القلوية العالية ولكن الى المستويات العالية للفوسفور والعناصر الضرورية الأخرى والتى تزيد مع زيادة القلوية .

الاتزان بواسطة النظام القلوى Buffering by the Alkalinity system

إذا أضـــيف CO_2 لمحلول يحتوى على كربونات أو بيكربونات فان درجه pH للمحلول سوف تنخفض لأن حمض الكربونيك يكون مصدر لأيون الهيدروجين H^+ الذى يتفاعل مع أيونات الكربونات أو البيكربونات. وفى المياه الطبيعية فإن مصدر غاز CO_2 هو عمليات التنفس وكذلك الانتشـــار من الغلاف الجوى وكمية CO_2 الداخلة للمياه بواسطة الانتشار من الهواء الجوى كميه قلـــيلة إلـــى الدرجة التى لا يمكن تقديرها كما أن إزالة غاز ثانى أكسيد الكربون يؤدى إلى ارتفاع فجائى فى ال pH. والبيكربونات تقوم بتنظيم المياه ضد هذا التغير الفجائى فى درجة الpH وإذا زاد تركيز أيون الهيدروجينH^+ فانه يتفاعل مع أيون البيكربونات ويتكون CO_2 ، H_2O ولذلك فان ثابت الاتزان K_1 يظل كما هو. وال pH يتغير بنسبه ضئيلة. والزيادة فى OH^- يؤدى فقط لانخفاض مؤقت فىH^+ لأن CO_2 ، H_2O يتفاعلان ليتكون H^+ بكمية كبيره لهذا السبب يظل ال pH فـــى حدود ثابت الاتزان وبذلك لا يحدث أى تغير ملحوظ فى الpH. والنظام المتوازن يمكن التعبير فى معادلة Henderson- Hasselbach الآتية:-

$$pH = PK_1 + Log \frac{(H CO_3^-)}{(Total\ CO_2)} \qquad 16-$$

العسر الكلى: **Total Hardness**

يرتــبط الكالسيوم والمغنيسيوم عادة مع الكربونات والتى تعتبر المصدر الرئيسى للقلوية فى الماء ولذلك فإن مكافئات الكالسيوم والماغنسيوم/لتر عادة ماتكون مساويه لمكافئات البيكربونات والكــربونات فـــى المياه الطبيعية ولأن الكالسيوم و الماغنسيوم يمثلان معظم القلويات الأرضية المتوفرة فى المياه العذبة لذلك فإن تركيزهم المعادل لكربونات الكالسيوم يؤخذ عاده كمقياس للعسر الكلى. ولقد قسمت المياه طبقا لدرجة العسر الى :-

ماء يسر	حتى ٧٥ر. مجم/لتر
ماء ذو عسر عادى	٧٥ –١٥٠ مجم/لتر
ماء عسر	١٥٠ – ٣٠٠ مجم/لتر
ماء عسر جداً	أكثر من ٣٠٠ مجم/لتر

والجزء من العسر الكلى والمعادل كيميائياً للقلوية الكلية يسمى بعسر الكربونات carbonate hardness ولذلــك فــإذا كانــت القلويـــة الكلية أقل من العسر الكلى فى هذه الحلة نجد أن عسر الكــربونات يكون مساوياً القلوية الكلية. وعندما تتساوى القلوية الكلية أو تزيد عن العسر الكلى فى هــذه الحالة يكون عسر الكربونات مساوياً للعسر الكلى. ويسمى عسر الكربونات بالعسر المؤقت لأنه يترسب بالغليان كما يلى :-

$$17\text{-}\quad Ca^{+2} + 2H\,CO_3^{-} \xrightarrow{\Delta} Ca\,CO_3 \downarrow + CO_2 + H_2O$$

وإذا زاد العســـر الكلـــى للماء عن القلوية الكلية فإن الماء فى هذه الحالة يكون محتوياً على عسر يطلق عليه العسر الغير راجع للكربونات non carbonate hardness وهو يساوى:

Non carbonate hardness = Total hardness – Carbonate hardness

و هذا الجزء non carbonate hardness يطلق عليه عسر مستديم (permanent hardness) وذلــك لأنه لا يترسب ولا يمكن إزالته بالغليان. وعندما تزيد القلوية الكلية لعينة ماء عن عسرها الكلـــى فإن بعض أيونات البيكربونات والكربونات ترتبط مع بعض أيونات البوتاسيوم والصوديوم أكثر من أيونات الكالسيوم والماغنسيوم. أما إذا كان العسر الكلى أكبر من القلوية الكلية فإن بعض أيونات الكلسيوم والماغنسيوم ترتبط مع الكبريتات والكلور والنترات أكثر من أيونات البيكربونات والكربونات .

حموضة الأملاح المعدنية Mineral acidity

كمـــا سبق وأن ناقشنا فإن غاز CO_2 فى المياه لا يستطيع زيادة حموضة الماء أو خفض درجـــه pH أكثر من ٤ر٥ بينما المياه الأكثر حموضة من ٤ر٥ pH لابد أن تحتوى على حمض قوى . وأكثرها شيوعاً هو حمض الكبريتك والذى ينشأ من أكسده بيريت الحديد Iron pyrite كما فى المعادلة التالية:-

$$18- \quad 4FeS_2 + 15\,O_2 + 2\,H_2O \rightarrow 2\,Fe_2(SO_4)_3 + 2\,H_2SO_4$$

الأكسجين الذائب Dissolved Oxygen

ذوبان الأكسجين فى الماء : Solubility of Oxygen in Water

يوضــــح الجدول (٢) ذوبان الأكسجين فى المياه النقية عند درجات الحرارة المختلفة . ويتضح مـــن الجــدول أن الأكسجين الذائب يزداد تركيزه كلما انخفضت درجة الحرارة حتى يصل إلى أعلى قيمه له عند صفر درجه مئوية وينخفض التركيز مع الارتفاع فى درجة الحرارة. والقيم الموجودة فى الجدول تمثل ذوبان الأكسجين من الهواء الرطب على ضغط ٧٦٠ مليمتر زئبق . هـــذا الضـــغط يشــــير أيضاً إلى ١ ضغط جوى ولتعديل الإذابة على أى ضغط جوى آخر تستخدم المعادلة التالية :-

$$DOc = DOt \; \frac{Po - Pw}{670 - Pw}$$

حيث أن Doc = الأكسجين الذائب المعدل .

DOt = الأكسجين الذائب على ٧٦٠ مجم زئبق.

Po = الضغط الجوى المشاهد بالمم زئبق .

Pw = ضغط بخار الماء بالمم زئبق .

والعـــامل الرئيســـى المؤثر على الضغط الجوى هو الارتفاع عن سطح الأرض ويتضح ذلك مما يأتى :-

مـــن صـــفر- ٦٠٠ متر حدوث انخفاض فى درجة ذوبان الأكسجين مقداره ٤% لكل ٣٠٠ متر ارتفاع عن سطح الأرض

من ٦٠٠ -١٥٠٠ متر حدوث انخفاض فى درجة ذوبان الأكسجين مقداره ٣% لكل ٣٠٠ متر ارتفـــاع مـــن ١٥٠٠-٣٠٠٠مترحدوث انخفاض فى درجة ذوبان الأكسجين مقداره ٥ر٢% لكل ٣٠٠مـــتر ارتفـــاع تنخفض درجة ذوبان الغازات فى الماء بزيادة الملوحة (salinity) فعلى سبيل المـــثال فإن ذوبان الأكسجين يقل بحوالى ٥% لكل ٩٠٠٠ مجم/لتر زيادة فى الملوحة و على ١٥°م فإن إذابة الأكسجين فى ماء البحر يكون ٣ر٢ مجم /لتر أقل من المياة النقية. بينما فى المياه العذبة فإن تأثير الملوحة على ذوبان الأكسجين يمكن تجاهله .

انتقال الأكسجين بين الماء والهواء: Transfer of oxygen between water and air

تتغـــير تركـــيزات الأكســـجين الذائب فى المياه الطبيعية دائماً بسبب العمليات البيولوجية والفيزيائـــية والكـــيماوية. هذا وقد تعتبر نسبه الأكسجين فى الهواء فوق الأحواض ثابتة حيث أن ضـــغط الأكســـجين فـــى الهـــواء قد يتغير بدرجه طفيفة فى الموقع بسبب الاختلافات فى الضغط الجوى.

إذا تـــوازن أكسجين الماء مع أكسجين الغلاف الجوى يطلق على هذه الحالة حالة التشبع حيـــث لا يحـــدث انتقال للأكسجين بين الهواء والماء بينما يحدث انتقال الأكسجين من الهواء للماء عـــند ما يكون الماء غير مشبع بالأكسجين الذائب والعكس صحيح ينتشر الأكسجين من الماء الى الهـــواء عـــندما يكون الماء فوق مستوى التشبع بالأكسجين . والقوه المسببة لانتقال الأكسجين بين الماء والهواء راجعه لاختلاف توتر الأكسجين وبمجرد حدوث الاتزان يتساوى توتر الأكسجين فى الهواء مع توتر الأكسجين فى الماء وبالتالى تتوقف عملية الانتقال كما بالمعادلة :-

20- $D = Doeq - DOm$

21- $S = DOm - Doeq$

حيث D = نقص الأكسجين (O. deficit)

S = زيادة الأكسجين (O.surplus)

Doeq = الإذابة النظرية للأكسجين فى الماء تحت الظروف الحالية .

DOm = التركيز المقاس للأكسجين الذائب .

ينـــتقل الأكســـجين من والى الماء من خلال سطح الماء لذلك كلما كان سمك طبقة الماء رقيق جدا فى تلامسه مع الهواء سوف تزداد سرعة انتقال الأكسجين سواء بدخوله أو خروجه من طبقة الماء الساكن والانتقال الصافى الأكسجين يعتمد على الآتى :-

- زيادة أو نقص الأكسجين

- مساحة سطح الماء الملامس للهواء .
- درجة الحرارة وزمن التلامس .

جدول (٢) ذوبان غاز الأكسجين فى المياه النقية عند درجات حرارة مختلفة.

درجـــة الحرار (°C)	مجم/لتر	درجة الحرارة (°C)	مجم/لتر	درجـــة الحرارة (°C)	مجم/لتر
صفر	١٤ر١٦	١٢	١٠ر٤٣	٢٤	٨ر٢٥
١	١٣ر٧٧	١٣	١٠ر٢٠	٢٥	٨ر١١
٢	١٣ر٤٠	١٤	٩ر٩٨	٢٦	٧ر٩٩
٣	١٣ر٠٥	١٥	٩ر٧٦	٢٧	٧ر٨٦
٤	١٢ر٧٠	١٦	٩ر٥٦	٢٨	٧ر٧٥
٥	١٤ر٣٧	١٧	٩ر٣٧	٢٩	٧ر٦٤
٦	١٢ر٠٦	١٨	٩ر١٨	٣٠	٧ر٥٣
٧	١١ر٧٦	١٩	٩ر٠١	٣١	٧ر٤٢
٨	١١ر٤٧	٢٠	٨ر٨٤	٣٢	٧ر٣٢
٩	١١ر١٩	٢١	٨ر٦٨	٣٣	٧ر٢٢
١٠	١٠ر٩٢	٢٢	٨ر٥٣	٣٤	٧ر١٣
١١	١٠ر٦٧	٢٣	٨ر٣٨	٣٥	٧ر١١

الجدول مأخوذ عن Boyd (1979)

عـــندما يكون نقص أو زيادة الأكسجين فى الماء بدرجه كبيره فان معدل الانتقال الصافى يكـــون بطـــئ لأن سطح الماء يصل بسرعة لحالة الاتزان ولكن ليست المياه الطبيعية هادئة تماما وانتقال الأكسجين ينظم بواسطة كمية الاضطرابات وحركة المياه كما فى المعادلة التالية :-

22- $dDv / dt = - kd D$

حيث أن kd = معامل الانتقال الكلى .

d D= معدل التغير فى نقص الأكسجين للزمن .

D = زيادة الأكسجين Surplus.

ويمكن أن يعبر عن kd كما يلى:

$$23-\quad kd = k \times A/V \times t$$

حيث k = ثابت خاص بالاضطراب أو التهيج .

A = مساحة السطح الماء الملامس للهواء.

V = حجم الماء.

t = زمن التلامس بين الهواء والماء .

حيث أن سطح التلامس بين الهواء والماء لا نستطيع تقديره بدقه لاختلافه مع الاضطراب ولذلك فانه من المستحيل حساب kd تجريبيا بين t_1 ، t_2 حيث تكمل المعادلة ٢٢ وتعطى :-

$$24-\ kd = \frac{Ln\ D1 - Ln\ D2}{t_2 - t_1}$$

والوحدات المعبرة تكون جرامات الأكسجين المنقولة /م٢/ساعة.

تركيزات الأكسجين الذائب : Concentrations of Dissolved Oxygen

التقسيم الطبقى : Stratification

يحدث انتشار الأكسجين إلى داخل المياه الطبيعية ببطئ إلا تحت ظروف الاضطرابات القوية للمياه لذلك تعتبر عملية البناء الضوئى والتى تتم بواسطة النباتات هى المصدر الرئيسى للأكسجين فى المياه. والعوامل التى تتحكم فى معدل البناء الضوئى وبالتالى كميه الأكسجين المنتجة هى درجه الحرارة، الضوء ، تركيز العناصر الغذائية ، أنواع النباتات ومدى وفرتها، وتعتبر حركه الماء وكثير من العوامل الأخرى من العوامل قليلة الأهمية وفى أحواض الأسماك حيث يكون تركيز العناصر الغذائية مرتفع عاده والبلانكتون متوفر خلال الشهور الدافئة. ويتأثر نفاذ الضوء داخل الأحواض بالمواد الغروية العالقة (العكارة) وفى معظم الأحواض يكون البلانكتون هو المصدر الرئيسى للعكارة. ولذلك فإن وفرة البلانكتون النباتى تعتبر العامل الأول المحدد لنفاذ الضوء ومعدلات البناء الضوئى فى الطبقات المختلفة من المياه فى الأحواض التى تحتوى على إمدادات كبيره من العناصر الغذائية وهذا يزيد إنتاج الأكسجين كثيراً بواسطة البلانكتون النباتى بالقرب من السطح عنه فى العمق بسبب قلة الضوء كلما زاد العمق. وتتميز الأحواض ذات الكثافة العالية من الفيتوبلانكتون بأن بها أعلى معدلات إنتاج أكسجين بالقرب من السطح عن الأحواض القليلة المحتوى من الفيتوبلانكتون.

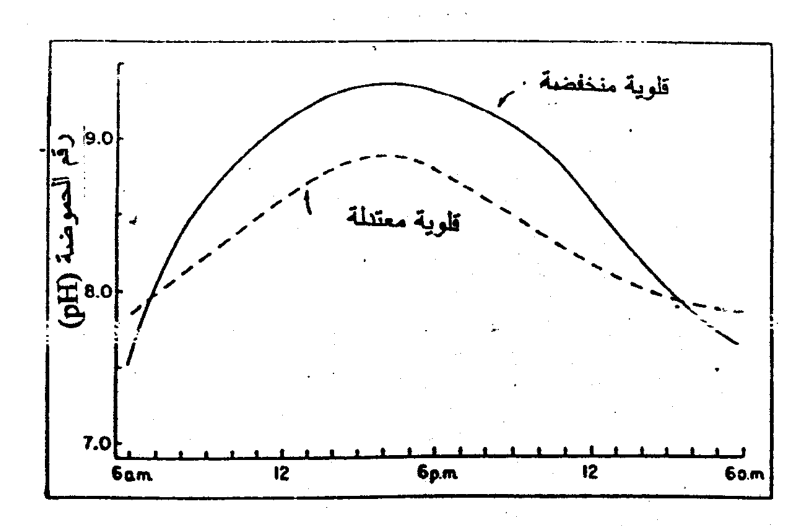
والعمق الذى يتساوى عنده إنتاج الأكسجين بواسطة البناء الضوئى مع الأكسجين المستخدم فى عملية التنفس يسمى نقطة التوازن أو التكافؤ أو التعويض comensation point وهو عبارة

عن عمق المنطقة المستقبلة على الأقل ل ١% من الإشعاع الساقط على السطح وهذه النقطة فى أحواض الأسماك عادة أقل من ١ متر أحيانا أقل من ٥ر. متر .

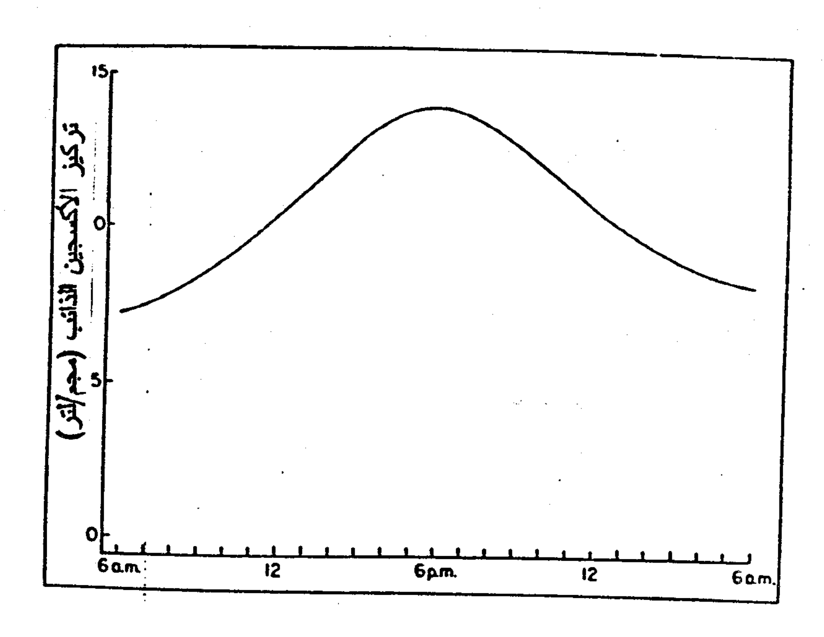
فى البحيرات الطبيعية وخزانات المياه تنقسم المياه لطبقة ضوئية eutrophic ذاتية التغذية إذا حدث استنفاذ للأكسجين الذائب فى المنطقة المعتمة خلال التقسيم الطبقى الصيفى وقليلة التغذية عندما لا يحدث استنفاذ للأكسجين الذائب فى الطبقة المعتمة خلال الصيف. أحواض الأسماك ذات طبقه البلانكتون الكثيف Bloom عاده يحدث بها استنفاذ للأكسجين فى الطبقة السفلية المعتمة Hypolimnion . تتغير طبقات الأكسجين فى أحواض الأسماك ذات طبقات البلانكتون المعتدلة فى أواخر فبرايرتكون فيها تركيزات الأكسجين عالية فى كل مناطق عمود الماء بينما فى الطقس الدافئ يتناقص تركيز الأكسجين تدريجياً حتى ينعدم الأكسجين عند عمق ٢ متر عمق فى شهر مايو. على عكس ذلك يحدث فى الأحواض النقية والتى بها كائنات قاعيه Benthic كبيره حيث يكون الفيتوبلانكتون نادراً فى هذه الأحواض وإنتاج الأكسجين بالبناء الضوئى ليس كافياً للوصول الى طبقات المياه العالية. ولذلك ففى أثناء ساعات النهار فإن كميه كبيره من الأكسجين تنتج بواسطة النباتات القاعية والمياه القريبة من قاع الحوض تصبح مشبعه بالأكسجين. بينما فى ساعات الليل يتوقف البناء الضوئى وتستمر عمليات التنفس فى استهلاك الأكسجين مما يؤدى إلى التذبذب فى تركيز الأكسجين فى الأحواض. وعامة فإن أعلى تركيز للأكسجين يحدث بعد الظهر وأقل تركيز يحدث عند شروق الشمس .

التغيرات اليومية: Dial fluctuations

أثناء ساعات النهار نجد أن عمليات التمثيل الضوئى تؤدى إلى إنتاج الأكسجين بمعدل أكبر من استخدام الأكسجين فى عمليات التنفس أما فى أثناء ساعات الليل فنجد أن عمليات التمثيل الغذائى تتوقف ولكن تستمر عمليات التنفس وهذا بالطبع يؤدى إلى حدوث تغيرات يوميه فى تركيز الأكسجين الذائب فى مياه الأحواض (شكل ٥) هذا ولقد وجد أن أعلى تركيز للأكسجين فى مياه الأحواض يمكن قياسه بعد الظهر وأقل تركيز يمكن قياسه قبل طلوع الشمس مباشرة.



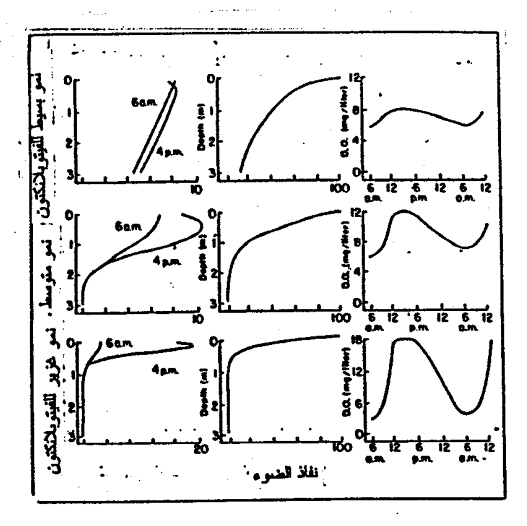
شكل (٤): التغيرات اليوميه فى رقم ال pH لمياه الأحواض



شكل (٥): التغيرات اليوميه فى تركيز الأكسجين الذائب فى أحواض تربية الأسماك

عكارة البلانكتون وعلاقتها بالأكسجين الذائب :

تؤدى وفره الفيتوبلانكتون إلى زيادة إنتاج الأكسجين عن طريق عملية البناء الضوئى مع زيادة إمداد الأحواض بالأكسجين. وفى الحقيقة فإن وفرة البلانكتون المتزايدة تؤدى الى زيادة الماده العضـــوية المنـــتجة وزيادة معدلات التنفس كما أن الكثافات الأعلى من البلانكتون تحجب الضوء وبالتالى تعمل على إعاقةِ حدوث البناء الضوئى عند الأعماق الضحلة من الأحواض ذات الكثافات المعـــتادة مـــن البلانكـــتون النباتى وبالتالى تؤدى إلى إعاقة وتقليل العمق للطبقة الضوئية المنتجة الأكســجين . وبالرغم من زيادة معدلات البناء الضوئى بالقرب من السطح إلا أن إنتاج الأكسجين الكلـــى لا يكـــون بـــالقدر العالى. ويوضح (شكل ٦) العلاقة بين كثافة البلانكتون ونفاذ الضوء والأكسجين الذائب فى الأحواض مع الكثافات المختلفة من البلانكتون فالحوض ذو المحتوى العالى مـــن البلانكـــتون يتميز بتغيرات كبيره فى تركيز الأكسجين أثناء ساعات اليوم ففى الصباح يكون تركيز الأكسجين قليلاً والطبقة الضوئية تكون ضحلة كما أن التنفس يستهلك الأكسجين فى الأحواض مع الأزدهار الشديد للبلانكتون والعوامل التى تعمل على خفض معدل البناء الضوئى أيضا ولو لفترة قصيرة قد تسبب استنفاذ الأكسجين الذائب أما الأحواض ذات المعدل المنخفض لنمو البلانكتون تكون أكثر ثباتا فى تركيز الأكسجين ولكنها غير ملائمة لاستزراع العديد من أنواع الأسماك لأن الكثافات الأعلـــى من البلانكتون تعتبر ضرورية كقاعدة غذائية وكذلك تلعب العكارة الناتجة من البلانكتون دوراً هاماً فى التحكم فى نمو الأعشاب أو الحشائش الضارة تحت الماء .



(شكل ٦) العلاقه بين كثافة البلانكتون ونفاذ الضوء

وفــى الأحواض التى تتغذى الأسماك فيها على العلائق الإضافية لا يظل نمو البلانكتون ثابتاً حيث أن الإفرازات الناتجة من الأسماك تؤدى إلى زيادة نمو البلانكتون ولكن نمو البلانكتون فــى هــذه الحاله يكون متوسط وبكمية مرغوبة عن الازدهار العالى للبلانكتون حيث أن الازدهار المتوسط للبلانكتون فى هذه الحالة يؤدى إلى ثبات نسبة الأكسجين.

تحلل المادة العضوية وعلاقتها بالأكسجين الذائب:

Decomposition of Organic mater and Dissolved Oxygen

يعتبر تحلل المادة العضوية بواسطة البكتريا عاملاً هاماً من العوامل التى تؤثر على كمية الأكسجين الذائب فى الأحواض وهناك عدة عوامل تنظم هذا التحلل وتشمل :

١- درجة الحرارة :- Temperature

تختلف درجة الحرارة المثلى للميكروبات باختلاف الأنواع ولكن التحلل يزداد مع ارتفاع درجــة الحرارة حيث أن معدلات التحلل عامه تزداد فى المدى من ٥ - ٣٥ م° . وتؤدى زيادة درجــه الحــرارة ١٠°م إلــى تضــاعف معــدل الــتحلل واســتهلاك الأكسجين وهو ما يسمى $Q_{10} = 2$ وهو يعبر عن علاقة زيادة النشاط الأنزيمى للميكروبات بدرجة الحرارة.

٢- درجة الحموضة : pH

يخــتلف أيضا ال pH المفضل للميكروبات باختلاف أنواعها فالبكتريا تنمو أسرع فى البيــئه المتعادــله حتى القلويه الخفيفه بينما الفطريات تزدهر فى البيئات الحمضيه. وعامه تتحلل الماده العضويه بمعدل أسرع فى الوسط المتعادل أو القلوى من الوسط الحامضى .

٣- توفر الأكسجين : Oxygen Supply

يتطلــب الــتحلل الهوائى استمرار الإمداد بالأكسجين وتزداد سرعة هذه العمليات عندما تقــترب تركــيزات الأكســجين الذائــب من درجة التشبع. ويحدث التحلل أيضاً تحت الظروف الاهوائــيه. فــبعض المــيكروبات تكــون قادره على تحليل المادة العضوية فى كلاً من الظروف اللاهوائــية والاهوائية (ميكروبات لا هوائه اختياريه) كما أن هناك ميكروبات أخرى تنمو فقط تحــت الظــروف اللاهوائيه (ميكروبات لا هوائيه حتمية) . ومعدل تحلل المادة العضوية يكون ســريعاً تحــت الظــروف اللاهوائــيه بعكس الظروف الهوائيه .كما أن المنتجات النهائية للتحلل اللاهوائى تؤدى إلى تكوين مركبات عضويه(كحولات - أحماض عضويه) . وبالتالى فإن التحلل اللاهوائــى للمــادة العضــوية يكون غير كامل مقارناً بالبيئات الهوائية والتى يكون المنتج النهائى

الأولى للتحلل هو CO_2 . وفى المياه الطبيعية عاده يحدث التحلل اللاهوائى فقط فى الطبقة السفلية المعتمة Hypolimnion فى الطين .

٤- نوع الماده الكربونيه Type of carbonaceaus material

تتميز بعض المركبات العضوية بأنها أكثر مقاومة للتحلل عن الأخرى فعلى سبيل المثال يـتحلل السـكر أسـرع مـن السـيليلوز والسيليلوز أسرع من اللجنين كما أن أنواع معينه من المـيكروبات أكثر كفاءه فى تحليل بعض المركبات عن الأخرى والظروف البيئية قد تشجع تحلل نوع من المادة العضوية دون الآخر. ولكن البكتريا جميعها تقريباً قادرة على مهاجمة أى نوع من أنـواع المـادة العضوية فى أسرع وقت خلال المراحل المبكرة من التحلل بينما المركبات القابلة للتحلل بسرعة تستخدم بواسطة بقية الميكروبات.

٥- نسبة الكربون : النتروجين . Carbon : Nitrogen Ratio

تتكون الميكروبات أساساً من البروتين ونسبه عالية من الكربون والنيتروجين فعلى أساس الـوزن الجـاف نجد أنها تحتوى على ٥٠% كربون ، ١٠% نيتروجين فى حين أن الفطريات تحـتوى على ٥٠% كربون و٥% نيتروجين. ولذلك فإن كميه معينه من النيتروجين الناتج من المـادة العضـوية سوف ينطلق للبيئة المحيطة كنيتروجين غير عضوى . وإذا كان محتوى المادة العضوية من النيتروجين منخفض فإن بعض النيتروجين اللازم للنمو الميكروبى يتم الحصول عليه مـن البيـئة المحيطة (تثبيت النيتروجين) وعملية تثبيت النيتروجين تؤدى إلى انخفاض فى تركيز النتروجين المعدنى فى البيئة. وفى غياب النتروجين لا يتم التحلل ومعدل التحلل يكون بطىء جداً فـى النظام الفقير فى النيتروجين . وإذا كانت نسبة الكربون إلى النيتروجين C/N واسعة مثل N ٥% ، C ٤٠% يكون التحلل بطىء جداً عن المادة العضوية التـى بها N ٤% ، C ٤٠%. لذلك فـان تركيزات المادة العضوية ذات النسبة المتسعة بين C:N سوف تزداد فى التربة وذلك لعدم كفايـة النيتروجيـن للتأثير على تحللها بل أكثر من ذلك فان النتروجين فى البيئة يقل نتيجة تثبيته بواسـطة الميكروبات ليفى باحتياجاتها بدلاً من تحويل النتروجين العضوى إلى معدنى لأن المادة العضـوية فقـيرة فى النتروجين .ولذلك فإن إضافة المادة العضوية مع تقريب نسبة C:N سوف تسـرع عمليات التحلل وتتجه أكثر الى تكوين النتروجين المعدنى . بعض النتروجين المعدنى قد يسـتخدم فى تحليل مادة عضويه أخرى ذات نسبه C:N متسعة والتى لم تتحلل مبكراً. أحيانا يقل تركـيز المادة العضوية فى البيئة بعد التحلل نتيجة إضافة مادة عضوية بها نسبه ضيقه من C:N. وعـند تحلـل النباتات المائية يكون معدل تحول النتروجين من نيتروجين عضوى إلى نيتروجين

معدنـــى أســرع فــى النباتات ذات المحتوى الأعلى من النتروجين مقارنة بالنباتات المحتوية على نتروجيــن أقــل ولكــن يمكن زيادة سرعة تحلل هذه النباتات بإضافة نتروجين غير عضوى فى صــورة نــترات الأمونيوم . لذلك فإن عمليات التحليل تعتمد على دور النتروجين فى تحليل المادة العضوية والذى يتشابه بوضوح فى كل من البيئات البرية والمائية.

الفسفور :Phosphorus

يعتبر الفسفور هو مفتاح عمليات التمثيل الغذائى والإمداد بهذا العنصر الغذائى غالباً ينظم إنتاجــية المــياه الطبيعية من البلانكتون. تستجيب معظم المياه الطبيعية لإضافة الفوسفور بإنتاجية نباتــيه عالية وبناء على ذلك فإن إضافة سماد الفوسفات يزيد إنتاج الأسماك فى المزارع السمكية. ولذلــك فــان المعلومات عن الديناميكية الذاتية للفوسفات وإضافة الفوسفور فى أحواض الأسماك تكون هامة لمزارعى الأسماك .

صور الفوسفور فى الماء :

تعتبر أيونات الأرثوفوسفات منتجات متأينة لحمض الأرثوفوسفوريك (H_3PO_4) وهى الأشكال الأبسط للفوسفور فى الماء :-

25- $H_3PO_4 \rightleftharpoons H^+ + H_2PO_4^-$

26- $H_2PO_4^- \rightleftharpoons H^+ + HPO_4^{2-}$

27- $HPO_4^{-2} \rightleftharpoons H + PO_4^{3-}$

وثوابت التأين هى :

28- $$\frac{(H^+)(H_2PO_4^-)}{(H_3PO_4)} = K_1 = 10^{-2.13}$$

29- $$\frac{(H^+)(H_2PO_4^{-2})}{(H_2PO_4^-)} = K_2 = 10^{-7.21}$$

30- $$\frac{(H^+)(H_2PO4^{-3})}{(HPO_4^{-2})} = K_3 = 10^{-12.36}$$

تعــتمد الصورة الأيونيه من الفسفور على درجه الـpH حيث أيون الهيدروجين (H^+) يظهــر فــى كل الحالات . وقيم الـpHعند النوعين لأن ذكر النوعين تختلف من الفوسفات فى كل حاله من الحالات الثلاث المتأينه تكون متساوية ويمكن حسابها بسرعة كما يالى :-

$(H_3PO_4) = (H_2PO_4^-)$ عندما $(H^+) = 10^{-2.13}$ $pH=2.13$

$(H_2PO_4^-) = (HPO_4^{-2})$ عندما $(H^+) = 10^{-7.21}$ $pH=7.21$

$(HPO_4^{-2}) = (PO_4^{-3})$ عندما $(H^+) = 10^{-12.36}$ $pH=12.36$

ويمكن حساب الـpH في هذه الحالة كالآتي :-

$$\frac{(H^+)(H_2PO_4^-)}{(H_3PO_4)} \times \frac{(H^+)(H_2PO_4^{-2})}{(H_2PO_4^-)} = 10^{-2.13} \times 10^{-7.21}$$

وبما أن $(HPO_4^{-2}) = (H_3PO_4)$ ، $(H_2PO_4^-) = (H_2PO_4^-)$ لذا فإن $K1 \times K2$

يمكن التعبير عنها بالمعادلة التالية:

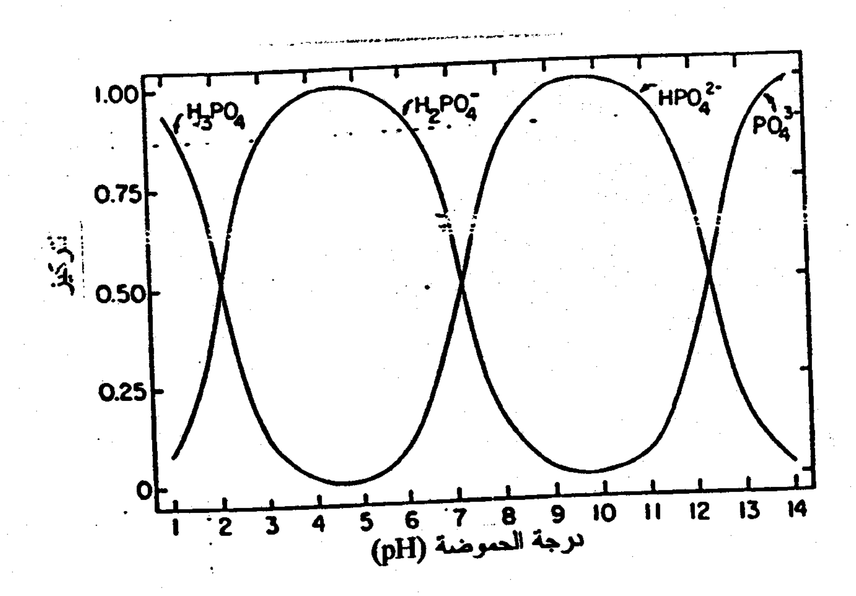
$$(H^+)^2 = 10^{-9.34}$$

ومنها يكون الـpH حسابيـا يساوى 4.67

كذلك أيضا تركيز (HPO_4^{-2}) يكون عند أقصى قيمه عندما، $(H_2PO_4^-) = (PO_4^{-3})$.

وبضرب القيمتين K3 ، K2 ينتج $(H^+)^2 = 10^{-19.57}$ ومنها تكون قيمة pH المحسوبه=٩,٧٨

ولذلـك اذا زاد رقم ال pH لمحلول يحتوى على (H_3PO_4) فإن الصورة السائدة من الفوسفات تكون من حمض الفوسفوريك (الغير متأين) عند درجات ال pH المنخفضة بينما تسود الصور $(H_2PO_4^-)$ و(HPO_4^{-2}) عند درجات ال pH المتوسطة أما أيونات (PO_4^{-3}) فإنها تسود عند درجات ال pH العالية. وهذه التغيرات فى الأيونات السائدة ممثله بيانيا فى شـكل (٧). وهناك عـدد مـن الصور الأخرى للفوسفور تحدث فى الماء . فالبولى فوسفات الغير عضوى غالباً تصل الميـاه مـن مصادر مختلفة وكل المياه تحتوى على فوسفور عضوى ذائب. البولى فوسفات يتحلل مائياً ليعطى الأرثوفوسفات وكذلك الفوسفور العضوى الذائب قد يتحول إلى أرثوفوسفات عن طريق النشـاط الميـكروبى . الفوسـفور يكون أيضا موجود من ضمن مكونات جزيئات المواد العضوية والغير عضويه والأرثوفوسفات الذائبة تصبح ميسره للنبات. وعادة يكون تركيز الفوسفور فى الماء مـنخفض وتركـيز الأرثوفوسـفات الذائب عاده لا تزيد عن ٥ إلى ٢٠ ميكروجرام/لتر فوسفور ونـادرا مـا تـزيد إلـى ١ر. مجـم/لتر فوسفور فى المياه التى بها طبقه ذاتية التغذية Highly eutrophic. ونـادراً مـا يزيد تركيز الفوسفور الكلى فى المياه الطبيعية عن ١ مجم/لتر. وبالرغم مـن انخفـاض نسـبة الفوسـفور فى الماء إلا أن أهميته البيولوجيه كبيره ويعتبر العنصر المحدد لإنتاجيه النظام البيئى المائى .



شكل (٧): تأثير رقم الحموضة (pH) على نسب صور الفوسفور المختلفة فى مياه المزارع السمكية

مصير الفوسفور المضاف للأحواض: Fate of P Added to ponds

عـندما يضاف سماد الفوسفات للحوض فإن تركيز الأرثوفوسفات الذائبة تزداد وسرعان ما تنخفض مستوى الأرسوفوسفات مرة أخرى لتصل إلى مستواها قبل المعامله ولقد وجد أن جزء مـن فقـد الفوسفور يرجع إلى الامتصاص بواسطة النبات والبكتريا .وفى الحقيقة فإن النباتات قد تمـتص كمـية من الفوسفور أكثر من احتياجاتها وتخزنه لحين استخدامه فيما بعد ولكن كثير من الفوسفور المضاف للأحواض يدمص بواسطة الطين . والطين يدمص الفوسفور المعدنى بوضوح ولكـن الإدمصاص على وجه الخصوص يزيد فى الطمى ذو الحموضة العالية أوالطمى المحتوى على كربونات الكالسيوم .

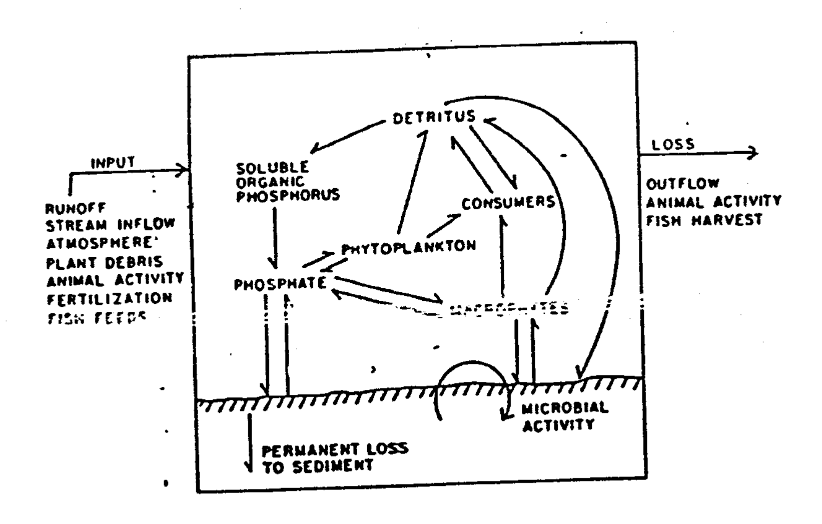
فـى المـياه ذات التركيزات العالية من الكالسيوم ودرجة الـpH المرتفعة فان فوسفات الكالسـيوم تترسب مباشرة من الماء منفصلة عن الطين.على سبيل المثال: عندما كان تركيز أيون

الكالســيوم ٢٠مجم/لتر فإن أكثر من ١٠مجم/لتر (فوسفور) أرثوفوسفات ذائب تكون موجود فى المحلــول وذلــك عــند درجــة pH مقدارهــا ٨ ولكــن عند درجة pH ١٠ لا يزيد تركيز الأرثوفوســفات الذائب عن ٢٥ر. مجم /لتر . وعندما يكون تركيز الكالسيوم ١٠٠مجم/لتر فــإن التركــيز المقابل للأرثوفوســفات الذائب هو٥ر٢ ، ١٠ر. مجــم/لتر كفوســـــفور عند pH=8، pH=10 على التوالى.

يستخلص الفوسفورمن الماء بواسطة الطمى ليكون مركبات خاصة قليلة الذوبان . ولكن هناك توازن بين تركيزات الأرثوفوسفات فى الطمى وفى الماء. حيث أن فوسفور الطمى قد يكون المصــدر الرئيسى للفوسفور المتاح للفيتوبلانكتون وبالتالى يزداد نمو الفيتوبلانكتون تبعاً لمحتوى الطيــن مــن الفوســفور ولكــن هذا المستوى يكون عاده غير كافى للحفاظ على مستويات إنتاج الفيتوبلانكــتون اللازمــة للإنتاج السمكى العالى. ولكن بعض الدراسات أشارت إلى أن مستويات فوسفور الطين تزداد مع الوقت فى الأحواض المسمدة مما يؤدى إلى زيادة تيسر وإتاحةالفوسفور فى الطمــى والــلازم للعملــيات البيولوجية وبالتالى تقل الاحتياجات من الفوسفور المطلوب إضافتها للأحواض لتشجيع النمو المثالى للبلانكتون وإنتاج الأسماك. مع الأخذ فى الاعتبار أن النباتات المائيه الجذريــة تمــتص الفوسفور من الطين. وفى الظروف اللاهوائية فى الماء فإنه فى الطبقة المعتمة الســفلية Hypolimnion نجــد أن هناك زيادة كبيره فى تركيزات الفوسفور فى صورة فوسفات الحديــدوز الموجــود فى ظروف الاختزال. وعند حدوث انقلاب للطبقة المائية السفلية يصبح هذا الفوسفور متاحاً للنباتات ولكن زيادة مستويات الفوسفور مع حدوث الانقلابات السريعة لطبقة المادة القاعية لا تستمر طويلاً حيث أن عمليات الأكسدة تؤدى إلى ترسيب فوسفات الحديدوز فى صورة فوســفات حديديك ويحدث انخفاض فى الأكسجين نتيجة أكسدة أيون الحديدوز وترسيب فوسفات الحديديك . ويوضح شكل (٨) وصف لديناميكية الفوسفور فى أحواض الأسماك.

النتروجين :Nitrgen

يوضــح شــكل (٩) كل المراحل المعروفة فى دورة النتروجين والتى تحدث حتى فى الأحواض الصغيرة. ومعظم التحولات فى هذه الدورة هى تحولات بيوكميائية ويتوازن النتروجين عــاده فــى كل خطوة. وحالات تكافؤ النتروجين تتراوح بين -٣ للأمونيا NH3 الى +٥ للنترات NO_3^-. ودورة النتروجين فى الأحواض تنظم أولياً بواسطة النشاط البيولوجى .



شكل (٨): دورة الفوسفور فى مياه المزارع السمكيه ((Boyd, 1971.

تحولات النتروجين : *Transformation of nitrogen*

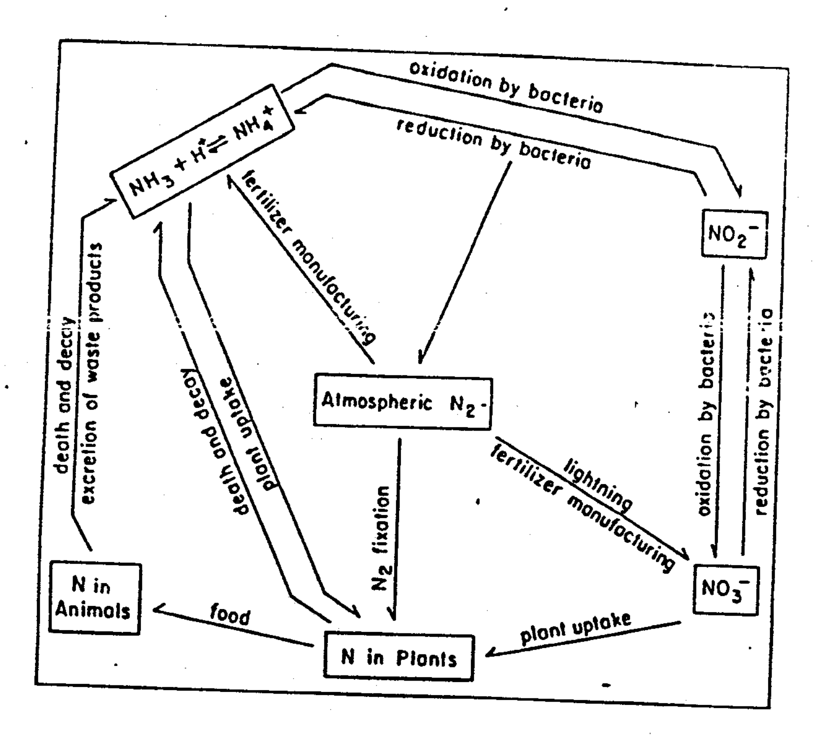
تعتــبر عملية تثبيت النتروجين الجزيئى N_2 من الجو بواسطة التفاعلات البيولوجية هى المصــدر الأولــى للنتروجين الغير عضوى للنظام البيئى. ولكن المناقشة هنا تبدا من تحلل المادة العضــوية فمعظم النتروجين الموجود فى المادة العضوية يكون على صورة مجموعات أمينية فى البروتيــن. وخــلال النشــاط المــيكروبى يحــدث تكسير لهذه المجموعات الأمينية فى البروتين Deamination ممــا ينــتج عــنها نتروجين الأمونيا وتسمى هذه العملية Ammonification والأمونيا تتصاعد فى البيئة أو تتحول الى أملاح أو تدخل فى تكوين الأنسجة الميكروبية والأمونيا المنطلقة فى البيئة تتوازن مع الأمونيوم كما يلى :-

$$NH_3{}^{+} + H^{+} \rightleftharpoons NH_4^{+}$$

وفى معظم البيئات يكون NH_4^{+} هو النوع السائد.عمليه تكوين الأمونيا عمليه غير ذاتية heterotrophic وتحدث تحت كلاً من الظروف الهوائية واللاهوائية . ونتروجين الامونيا اما أن يستخدم بواسطة النباتات المائية أو يتحول الى نترات والتى يمكن أن تمتص أيضا بواسطة النباتات المائية . وعملية تكوين النترات Nitrification تحدث فى خطوتين :-

$$NH_4^{+} + 1.5\,O_2 \rightarrow NO_2^{-} + 2H^{+} + H_2O$$

$$NO_2^{-} + 0.5\,O_2 \rightarrow NO_3^{-}$$



شكل (٩): دورة النيتروجين

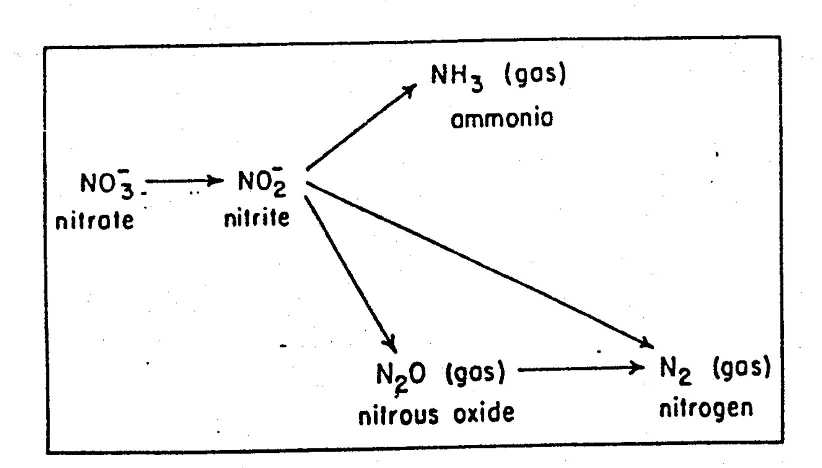
وأكســدة نتروجيــن الأمونــيا إلىنــترات بواسطة البكتريا ذاتية التغذية الكيميائية النيتروزوموناس (Nitrosomans) فــى الخطــوه الاولى والنيتروباكتر (Nitrobacter) فى الخطوة الثانية وهذه البكتيريا تستخدم NH_4^+ ، NO_2^- على التوالى كمصدر للطاقة وCO_2 كمصدر للكربون. وتزداد كثــيراً عملــية تكويــن النترات عند درجة pH من ٧وحتى ٨ على درجة حرارة ٢٥ - ٣٥°م .وأكســدة أيــون الأمونيوم يكون مصدر الحموضة فى النظام المائى كما فى المعادلة الأولى. عند غــياب الأكسجين يمكن للعديد من الميكروبات استخدام النترات أو الصور الأخرى المؤكسدة من النتروجيــن بــدلا مــن الأكســجين فى عملية التنفس. والمسارات المختلفة لعملية نزع النترات denitrification موضــحه فــى الشــكل (١٠). وتثبيــت النيتروجين بواسطة البكتريا يرتبط بالنباتات البقولية وهذا له أهمية كبيره فى الزراعة وفى أحواض تربية الأسماك حيث نجد أن أنواع معيــنه من البكتريا وكذلك الطحالب الخضراء المزرقة Blue-green algae تقوم بتثبيت كميات

كبـــيره مـــن النيتروجين وعندما تموت الكائنات المثبتة للنتروجين وتتحلل فان النتروجين العضوى داخل أنسجتها يتحول إلى صور أخرى قد تستخدم لنمو بعض الكائنات الأخرى.

أشكال وتركيزات النتروجين فى الماء

Forms and concentrations of nitrogen in water

يـــذوب النيتروجين الجوى فى الماء بمقدار حوالى ١٢ ملجم/لتر عند ٢٥°م. والأشكال الأخرى من النتروجين الغير عضوى عاده ترتب حسب وفرتها فى الماء كمايلى NO^{2-} ، NH_3 ، NO^{3-} ، NH_4^+



شكل (١٠): مسارات عكس عملية النترتة (denitrification)

وتركيزات NO_2^- نادراً ما يمكن تقديرها فى أحواض الأسماك إلا فى الحالات التى ينخفض فيها الأكســجين الذائب و تختلف نسبة NH_4^+ : NH_3 باختلاف رقم ا لpH. وتركيزات النتروجين الغــير عضــوى فـــى المـــياه الطبيعـــية تختلف كثيراً فعلى سبيل المثال: فى الأحواض الأرضية الموجــودة فـــى المستنقعات والغير مسمدة وجد أن متوسط الأمونيا الكلية($NH_3 + NH_4^+$) هو ٥٢٠ر.مجـــم/لـــتر بيـــنما النتروجين و NO_3^-كمتوسط ٠٧٥ر. مجم/لتر أزوت. وتتميز أحواض الاســتزراع الســمكى المكــثف بالتركيزات العالية من النتروجين الغير عضوى .أحواض أسماك القرامــيط المغذاة على علائق تحتوى على ٥ر. مجم/لتر أمونيا كليه، ٢٥ر. مجم/لتر NO_3^- وقد

تحــدث هذه الزيادة العالية فى الأحواض من النتروجين الغير عضوى بعد التسميد مباشرة أو بعد مــوت البلانكتون. ويوجد النتروجين أيضا فى المركبات العضوية الذائبة وأيضا فى جزيئات المادة العضــوية الحــية والميــتة. وتركيز النيتروجين العضوى يكون عادة أقل من ١مجم/لترفى المياه الطبيعــية الغــير ملوثه. أما أحواض الأسماك المحتوية على طبقات كثيفة من البلانكتون قد تزيد تركيزات النتروجين العضوى فيها عن ٢-٣ مجم/ لتر .

مصير النتروجين المضاف للأحواض : ***Rate of nitrogen added to ponds***

عند إضافة النتروجين الغير عضوى للأحواض فى الأسمدة فإن تركيز النيتروجين يرتفع بعــد التســميد مباشــرة ولكن سرعان ما ينخفض مستواه مره أخرى ففى أحواض القراميط ذات الــتغذية الإضــافية نجــد أن جــزء صغير من النتروجين يصل للماء فى صورة مخلفات التمثيل الغذائــى. جزء من النتروجين المضاف للماء يمتص بواسطة النباتات وعندما تموت هذه النباتات يترســب النتروجيــن علــى قــاع الحوض كمكون للمادة العضوية. كما تنتقل كميات كبيره من النتروجيــن الغــير عضــوى إلى الطبقة القاعية للماء والطين. والنتروجين الزائد يفقد من خلال تطاير الأمونيا عندما ترتفع قيم الpH فى الماء. حيث أن التطاير يمثل الفقد الرئيسى للأزوت من الأحــواض عــند فتره ما بعد الظهر حيث أن قيم ال pH تكون عالية. الطين أيضا يدمص أيون الأمونيوم .

توازن الأمونيا – الأمونيوم :- ***Ammonia-Ammonium Equilibrium***

الأمونيا NH_3 سامه للأسماك ولذلك فان تأثير الpH على تركيزات الأمونيا الغير متأينة يكون هام عملياً. فعندما توجد الأمونيا ذائبة فى الماء يحدث التوازن التالى :-

$$NH_3 + H_2O \rightleftharpoons NH_4^+ + OH^-$$

نســبة $NH_3 : NH_4^+$ ســوف تزداد عندما تنخفض الpH وتقل عندما يرتفع الpH . ويوضح جدول (٣) قيم الأمونيا الغير متأينة عند درجات مختلفة من الحرارة والحموضة.

الكبريت :Sulfur

الكبريتات (SO_4^{-2}) هى الصورة الشائعة للكبريت فى المياه السطحية وتركيزات الكبريت فــى مياه الأحواض تختلف باختلاف طبيعة المواد الجيلوجيه فى المياه وفى المناطق ذات الملوحة المنخفضة غالبا تتراوح تركيزات الكبريتات بين١-٥مجم /لتر كبريت بينما فى المناطق ذات المياه عالــية الملوحة وعلى وجه الخصوص فى المناطق الجافة نجد أن تركيز الكبريتات أعلى من ذلك

بكثـير . وقـد يكون تركيز الكبريتات أعلى أيضا فى الأحواض المبنية على الطين الحجرى أو فى الأحواض التى يصلها ماء صرف المناجم الحامضى .

كبريتيد الأيدروجين *Hydrogen Sulfide*

تحـت الظـروف الاهوائـية فى الطبقة القاعية للمياه نجد أن البكتريا الغير ذاتية التغذية heterotrophic تستخدم الكبريتات والمركبات الكبريتية المؤكسدة كمستقبلات للالكترون الطرفى فى عملية التمثيل الغذائى وتفرز الكبريتيد كما فى المعادلة الآتية:-

$$SO_4^{-2} + 8H + \rightarrow S^{-2} + 4H_2O$$

والكبريت الناتج يوجد فى حاله توازن مع HS^- ، H_2S كما يلى :-

$$H_2S \rightleftharpoons HS + H^+$$

$$HS \rightleftharpoons S + H^+$$

ويمكن التعبير عن هذا التوازن بالمعادلات الآتية :-

$$\frac{(H^+)(HS)}{H_2S} = K_1 = 10^{-7.01} \quad ، \quad \frac{(H^+)(S)}{HS} = K_2 = 10^{13.89}$$

ولقـد وجد أن درجة الـpH تعمل على تنظيم توزيع الكبريت الكلى المختزل بين صوره المختلفة (H_2S ، HS ، Se^{-2}). ويعتبر كبريتيد الهيدروجين الغير متأين سام للأسماك ولكن الأيونات الناتجة من التحلل لا تعتبر سامه . وحيث أن H_2S قد يصل إلى كل مياه الأحواض التى بهـا الأسماك من خلال الانتشار أو الخلط لذلك فان النسبة بين الأنواع المتأينة والغير متأينه تعتبر هامة جداً .

نسبة $(H_2S):(HS^-)$ يمكن أن تحسب لأى رقم pH كما يلى :- pH= 5

$$\frac{(HS^-)}{H_2S} = \frac{10^{-7.01}}{H^+}$$

$$\frac{(HS^-)}{H_2S} = \frac{10^{-7.01}}{10^{-5}} = 10^{-2.01} = 0.0098$$

وبـناءاً على ذلك فإن كل جزئ من H_2S يوجد فقط ٠٠٩٨ر. جزئ من HS^-. والصورة الغير متأيـنه تعادل ٩٩% (١/٠٠٩٨ر.× ١٠٠) من الكبريتيد الكلى وعند ارتفاع pH تنخفض نسبة H_2S .

جدول (٣) النسب المئوية للأمونيا الغير متأينة فى المحاليل المائية عند درجاتpH ودرجات حرارة مختلفة.

pH	درجة الحراره								
	١٦	١٨	٢٠	٢٢	٢٤	٢٦	٢٨	٣٠	٣٢
٧ر٠	٠ر٣٠	٠ر٣٤	٠ر٤٠	٠ر٤٦	٠ر٥٢	٠ر٦٠	٠ر٧٠	٠ر٨١	٠ر٩٥
٧ر٢	٠ر٤٧	٠ر٥٤	٠ر٦٣	٠ر٧٢	٠ر٨٢	٠ر٩٥	١ر١٠	١ر٢٧	١ر٥٠
٧ر٤	٠ر٧٤	٠ر٨٦	٠ر٩٩	١ر١٤	١ر٣٠	١ر٥٠	١ر٧٣	٢ر٠٠	٢ر٣٦
٧ر٦	١ر١٧	١ر٣٥	١ر٥٦	١ر٧٩	٢ر٠٥	٢ر٣٥	٢ر٧٢	٣ر١٣	٣ر٦٩
٧ر٨	١ر٨٤	٢ر١٢	٢ر٤٥	٢ر٨٠	٣ر٢١	٣ر٦٨	٤ر٢٤	٤ر٨٨	٥ر٧٢
٨ر٠	٢ر٨٨	٣ر٣٢	٣ر٨٣	٤ر٣٧	٤ر٩٩	٥ر٧١	٦ر٥٥	٧ر٥٢	٨ر٧٧
٨ر٢	٤ر٤٩	٥ر١٦	٥ر٩٤	٦ر٧٦	٧ر٦٨	٨ر٧٥	١٠ر٠٠	١١ر٤١	١٣ر٢٢
٨ر٤	٦ر٩٣	٧ر٩٤	٩ر٠٩	١٠ر٣٠	١١ر٦٥	١٣ر٢٠	١٤ر٩٨	١٦ر٩٦	١٩ر٤٦
٨ر٦	١٠ر٥٦	١٢ر٠٣	١٣ر٦٨	١٥ر٤٠	١٧ر٢٨	١٩ر٤٢	٢١ر٨٣	٢٤ر٤٥	٢٧ر٦٨
٨ر٨٠	١٥ر٧٦	١٧ر٨٢	٢٠ر٠٨	٢٢ر٣٨	٢٤ر٨٨	٢٧ر٦٤	٣٠ر٦٨	٣٣ر٩٠	٣٧ر٧٦
٩ر٠	٢٢ر٨٧	٢٥ر٥٧	٢٨ر٤٧	٣١ر٣٧	٣٤ر٤٢	٣٧ر٧١	٤١ر٢٣	٤٤ر٨٤	٤٩ر٠٢
٩ر٢	٣١ر٩٧	٣٥ر٢٥	٣٨ر٦٩	٤٢ر٠١	٤٥ر٤١	٤٨ر٩٦	٥٢ر٦٥	٥٦ر٣٠	٦٠ر٣٨
٩ر٤	٤٢ر٦٨	٤٦ر٣٢	٥٠ر٠٠	٥٣ر٤٥	٥٦ر٨٦	٦٠ر٣٣	٦٣ر٧٩	٦٧ر١٢	٧٠ر٧٢
٩ر٦	٥٤ر١٤	٥٧ر٧٧	٦١ر٣١	٦٤ر٥٤	٦٧ر٦٣	٧٠ر٦٧	٧٣ر٦٣	٧٦ر٣٩	٧٩ر٢٩
٩ر٨	٦٥ر١٧	٦٨ر٤٣	٧١ر٥٣	٧٤ر٢٥	٧٦ر٨١	٧٩ر٢٥	٨١ر٥٧	٨٣ر٦٨	٨٥ر٨٥
١٠ر٠	٧٤ر٧٨	٧٧ر٤٦	٧٩ر٩٢	٨٢ر٠٥	٨٤ر٠٠	٨٥ر٨٢	٨٧ر٥٢	٨٩ر٠٥	٩٠ر٥٨
١٠ر٢	٨٢ر٤٥	٨٤ر٤٨	٨٦ر٣٢	٨٧ر٨٧	٨٩ر٢٧	٩٠ر٥٦	٩١ر٧٥	٩٢ر٨٠	٩٣ر٨٤

فعلى سبيل المثال :عند قيم pH ٦،٧ تكون النسبة المئوية لكبريتيد الهيروجينH_2S ١ر٩١، ٦ر٥٠ علـــى الـــتوالى. ونسب HS^- ، H_2S تتغير مع الحرارة (جدول ٤) لأن الحرارة تؤثر على قيمة ثابـــت الاتـــزان K_1. وفـــى المياه القاعية اللاهوائية يتفاعل S^{-2} مع أيون الحديدوز ليكون كبريتيد الحديـــدوز الغـــير ذائب والذى يرسب عندما ترتفع قيمة ال pH. وحيث أن تركيز أيون الكبريت يـــزداد مـــع زيادة الpH لذلك فإن المياه القاعية تكون غالباً حامضية ولذلك وجود أيون الحديدوز Fe^{+2} عاده مايكون غير متوافق مع وجود الكبريتيد فى هذه الظروف .

جـــدول (٤): النســب المؤيـــة لكبريتـــيد الأيدروجيـــن الغـــير متأيـــن فى المحاليل المائية pH ودرجات حرارة مختلفة.

PH	درجـــــــة الحـــرارة								
	١٦	١٨	٢٠	٢٢	٢٤	٢٦	٢٨	٣٠	٣٢
٥ر٠	٩٩ر٠	٩٩ر٢	٩٩ر٢	٩٩ر١	٩٩ر١	٩٩ر٠	٩٨ر٩	٩٨ر٩	٩٨ر٩
٥ر٥	٩٧ر٧	٩٧ر٦	٩٧ر٤	٩٧ر٣	٩٧ر١	٩٦ر٩	٩٦ر٧	٩٦ر٥	٩٦ر٣
٦ر٠	٩٣ر٢	٩٢ر٨	٩٢ر٢	٩٢ر٠	٩١ر٤	٩٠ر٨	٩٠ر٢	٨٩ر٧	٨٩ر١
٦ر٥	٨١ر٢	٨٠ر٢	٧٩ر٢	٧٨ر١	٧٧ر٠	٧٥ر٨	٧٤ر٦	٧٣ر٤	٧٢ر١
٧ر٠	٥٧ر٧	٥٦ر٢	٥٤ر٦	٥٣ر٠	٥١ر٤	٤٩ر٧	٤٨ر٢	٤٦ر٦	٤٥ر٠
٧ر٥	٣٠ر١	٢٨ر٩	٢٧ر٥	٢٦ر٣	٢٥ر٠	٢٣ر٨	٢٢ر٧	٢١ر٦	٢٠ر٦
٨ر٠	١٢ر٠	١١ر٤	١٠ر٧	١٠ر١	٩ر٦	٩ر٠	٨ر٥	٨ر٠	٧ر٦
٨ر٥	٤ر١	٣ر٩	٣ر٧	٣ر٤	٣ر٢	٣ر٠	٢ر٩	٢ر٧	٢ر٥
٩ر٠	١ر١	١ر٣	١ر٢	١ر١	١ر٠	١ر٠	٠ر٩	٠ر٩	٠ر٨

الحديد والمنجنيز : Iron and Manganese

مركـــبات الحديد والمنجنيز الموجودة فى التراكيب الجيلوجية ذات قابليه منخفضة للذوبان تحـــت الظـــروف الهوائـــية وفى المياه السطحية تزداد عاده التركيزات الأيونية لهذين العنصرين بدرجة بسيطة. تركيز الحديد الكلى عاده يتراوح من ٢ر. إلى ٥ر. مجم/لتر فى المياه الطبيعية. و يوجـــد الحديـــد فى صوره هيدروكسيد حديديك فى صورة معلق أو مدمص على جزيئات حجريه وكذلـــك فـــى صـــوره ذائبة أو حديد غروى. تركيز المنجنيز فى المياه السطحية وعادة ما يكون تركيزه أقل من الحديد . كذلك يوجد الحديد المختزل والمنجنيز فى مياه بعض الآبار .

السيليكون : Silicon

يـــتراوح تركيز السيليكون فى المياه الطبيعية من ١ إلى ٨٠ مجم/لتر . السيليكون يوجد أولياً كحمض سيليسيك غير متأين

$$H_2 SIO_3 \rightleftharpoons H^+ + H SIO_3^-$$
$$H SIO_3^- \rightleftharpoons H^+ + SIO_3^{2-}$$

ثوابت الاتزان K2،K1 هى ١٠ ^-٩ر٣٨، ١٠ ^-٣ر١٠ على التوالى لكل من المعادلتين السابقتين.

البوتاسيوم والصوديوم والكلوريد : Potassium, Sodium and Chloride

يعتــبر تركيز هذه العناصر الثلاثة ذات أهميه كبيره فى مياه الأحواض تتراوح قيمها من أقل من ١ مجم/لتر الى أكثر من ١٠٠ مجم/لتر وتركيز الصوديوم والكلوريد عاده تكون أعلى فى المياه القريبة من السواحل حيث سقوط الأمطار قريب من المحيطات ويحتوى الماء على تركيزات عالــية من هذه الأيونات .تركيز البوتاسيوم يكون عاده أعلى فى مياه الأحواض المنشأة على تربه خصــبه عــنها فــى التربة الفقيرة مثل التربة الرملية .الأحواض فى المناطق الجافة بها تركيزات أعلى من هذه الأيونات عنها فى الأحواض فى المناطق الرطبة.

الزنك والبورن والنحاس : Zinc, Boron and Copper

كيمــياء الــزنك فــى المياه مشابه لمثيلتها فى النحاس ولكن الزنك أقل أهميه لاستزراع الأســماك . تركيز الزنك الكلى فى المياه العذبة يتراوح بين ٠٠٥ر. إلى ٣٠ر. مجم/لتر. وبمتوسط عام لعدد كبير من العينات ٠٦٢ر. مجم/لتر .

الــبورن يوجــد أيضــاً بنسبه ضئيلة فى المياه الطبيعية وكعنصر غذائى أساسى للنبات. تركــيزات البورن فى المجارى المائية والمستنقعات وخزانات المياه فى جنوب أمريكا كان أقل من ١٠ر. مجــم /لــتر ومتوسط التركيز ل ١٩٩عينه كان ٠٤٧ر. مجم/لتر. وتركيزات البورن تكون أعلى فى مياه المناطق القاحلة الجافة حيث أنها تتركز بسبب زيادة معدل التبخير .

كيمياء النحاس فى المياه :-

لهــا أهميه خاصة لمزارعى الأسماك حيث أن النحاس يستخدم مراراً كمبيد حشائش فى الــنظام المــائى .الــنحاس قابل للذوبان نوعا ما عندما تكون درجة الـpH لمعظم المياه طبيعية. المالاكيت[$CU_2(OH)_2\ CO_3$] هى الصورة الصلبة الثابتة للنحاس تحت pH أقل من ٧ بينما عند الـpH الأعلى يكون على الصورة الصلبة الثابتة وهى أكسيد النحاس (CuO) .

$$CuO + 2H^+ \rightleftharpoons Cu^{+2} + H_2O \qquad K=10^{7.65}$$

$$Cu_2(OH)_2CO_3 + 4H^+ \rightleftharpoons 2Cu^{+2} + 3H_2O + CO_2 \qquad K = 10^{4.16}$$

النحاس يكون معقدات مع الأحماض الأمينية وعديد الببتيدات والمواد الدبالية. هذه المعقدات تتشابه فى سلوكها مع المعقدات الغير عضويه ولكن ثوابت الاتزان لها غير معروفه .يضاف النحاس غالــباً للمياه فى صورة كبريتات نحاس والتى تتحلل لتعطى أيون النحاس Cu^{+2} والذى يتم توزيعه

بيـــن المعقدات الذائبة وجزء منه يظل فى المحلول كأيون نحاس .إذا أدت إضافة كبريتات النحاس الـــى رفع تركيز أيون النحاس فوق تركيز الاتزان لأيون Cu^{+2} عن حالته الطبيعية أو فى صورة المالاكيت Malachite ينتج عنه ذلك ترسيبه فى صورته الطبيعية أو المالاكيت . علاوة على هذا إذا تم نزع أيون النحاس من المحلول من خلال العمليات البيولوجية أو ادمصاصة على الطين فان معقدات النحاس تتحلل لتعطى أيون النحاس وبالتالى تستمر عملية الإمداد بالأيون. قد ينزع النحاس أيضا من الماء عن طريق امتصاصه بواسطة الفيتوبلانكتون والطحالب . ومن الملاحظ عند إضافة النحاس في الأحواض يزداد التركيز بسرعة بعد المعاملة ثم في خلال أسبوعين أو ثلاثة يهبط سريعاً تركيز النحاس لمستواه قبل المعاملة .

الكلورين : Chlorine

يضـــاف غالـــبا الكلور فى الماء للتطهير أو قتل الجراثيم والكلور عادة ما تستخدم لتطهير الأدوات المســـتخدمة فـــى نقـــل الأســـماك. ويضـــاف الكلور للماء فى صورة كلورين جزيئى Cl_2 أو هيبوكلوريـــت الكالســـيوم $Ca(OCl)_2$. الكلوريـــن الحـــر يـــتفاعل فى الماء ليكون أحماض الهيبوكلوروز والهيدروكلوريك .

$$Cl + H_2O \rightleftharpoons OHCl + H^+ + Cl^-$$

وزيادة رقم الـpH تساعد على التفاعل العكسى لتكوين الكلور الجزيئى مع الماء والعكس صحيح. حمض الهيبوكلوروز حمض ضعيف ولا ينفصل بقدر مناسب إلا إذا زاد الـpH عن ٦ .

$$HOCl \rightleftharpoons H^+ + OCl^-$$

$$\frac{(H^+)\ (OCl^-)}{(HO\,Cl)} = k = 10^{-7.48}$$

عـــندما يضـــاف للمـــاء كل من الكلورين الجزيئى وأيون الهيبوكلوريت فى صورة هيبوكلوريت الكالسيوم يتفاعل كما سبق ليكون Cl_2، HOCl ، OCl^- بنسب تتوقف على درجة ال pH .

هـــذه الصور الثلاثة للكلورين تشتمل على أنواع تسمى الكلورين الحر المتبقى وكلها لها خـــواص مطهـــره. الكلوريـــن والهيبوكلوريـــت يـــتفاعلان أيضا مع الأمونيا ليتكون كلورأمين . واصطلاح الكلورين المندمج المتبقى تشير الى الكلورأمين . قوه التطهير للكلورين المندمج المتبقى أقـــل مـــن الكلورين المتبقى الحر. بينما كلا الشكلين من متبقيات الكلورين عالى السمية للأسماك والمواد المتبقية من الكلورين عوامل مؤكسدة لذلك فهى تتفاعل مع معظم المواد المختزلة فى الماء

ولذلـــك فـــان تركـــيز الكلورين الواجب إضافته فى الماء للتطهير يزداد مع زيادة تركيزات المادة العضوية أو المواد الغير عضويه المختزلة .

التوصيل الكهربى :Conductivity

التوصيل الكهربى للمياه الطبيعية يقيس قابليتها لنقل التيار الكهربى وتختلف الأيونات فى قابليـــتها لتوصـــيل الكهرباء ولكن بصفة عامه كلما ازداد تركيز الأيونات فى المياه الطبيعية كلما زادت قدرتهـــا علـــى التوصيل الكهربى . وحدة التوصيل الكهربى هى (µ moh/cm) .الماء المقطر غالبا له قدره على التوصيل حوالى ١ ميكروموز/سم بينما المياه الطبيعية عاده لها توصيل كهـــربى من ٢٠ الى ١،٥٠٠ (µ moh/cm). ويمكن أن تستخدم أجهزة قياس التوصيل الكهربى للحصول على تقدير سريع وعام لدرجة وجود الأملاح المعدنية فى المياه الطبيعية .

الباب الثالث

النباتات المائية Aquatic plants

تعتبر البيئة المائية للفيتوبلانكتون والطحالب من العوامل الهامة المؤثرة فى خواص مياه المزارع السمكية. وقبل مناقشة هذا الموضوع يجب الإلمام بالمصطلحات الآتية :-

الإنتاج الكلي : Gross production

هـــو الكمــيه الكلــية مـــن المادة العضوية المتكونة بواسطة عمليات البناء الضوئى التى تقوم بها النباتات الموجودة فى المياه.

الإنتاج الصافى :Net prodction

الجزء من البناء الضوئى الكلى الغير مستخدم فى التنفس .

المحصول القائم : Standing Crop

وزن المادة النباتية التى يتم أخذها كعينه أو صيدها بواسطة الطرق العادية فى أى مره من منطقة معينه .

الكتلة البيولوجية Biomass

تشـــبه المحصول القائم ولكن لابد من أن تشتمل على كل أجزاء النباتات المتكونة فى منطقه معينه وفـــى فـــتره معيـــنه وبالرغم من أن كل أجزاء النبات تدخل فى الحساب إلا إن بعض من أجزاء النبات لا يشملها المحصول القائم.

الإنتاج الأولى Primary production

وهـــو عـــبارة عن الزيادة فى كمية المواد النباتية فى فتره زمنية بالإضافة إلى أى فقد خلال هذه الفـــترة. كمـــا يمكـــن التعبير عنها بأنها عبارة عن كمية المواد العضوية الكلية الجديدة والمتكونة بواسطة عمليات البناء الضوئى.

الإنتاجية الأولية : Primary Productivity

هـــى معـــدل تكوين المادة العضوية الجديدة وتساوى Q/T حيث Q= الإنتاج الأولى ، T= الوقت.

الإنتاج الأولى والإنتاجية الأولية قد يعبر عنها كقيم صافية أو كليه .

الإنـــتاج الأولـــى الصـــافى Net primary production والإنتاجية الأولية الصافية Net primary productivity تمـــثل الكمـــيه الكلية للمادة العضوية الجديدة الناتجة بواسطة البناء الضوئى (إنتاج كلى) مطروحاً منها كميه المادة العضوية المستخدمة فى التنفس. والمحصول

القـــائم أو الكـــتلة البيولوجـــيةه عـــاده تقدربالكجم/هكتار أوبالكجم/م٢ أوبالجم/م٢. ويعبر عاده عن الإنتاجـــية بـــالكجم/هكتار/اليوم أو الجرامات /م٢/ يوم. وهذه الأوزان يمكن أن تستخدم كأوزان طازجة أو جافه أو مادة جافه خالية من الرماد .

طرق القياس Methods of Measurement

تقدير وفره البلانكتون تتم بواسطة طرق عديدة مختلفة :

- **عدد البلانكتون/لتر من الماء .**
- **حجم خلايا الفيتوبلانكتون بالنسبة لوحدة من الماء (كميه من الماء) وهى مقياس أفضل للكثافة .**
- **تقدير الكلوروفيل (أ) فى جزيئات المادة المرشحة من عينة الماء بواسطة الترشيح. وتعتبر هذه الطريقة جيده لتقدير كثافة الفيتوبلانكتون .**
- **تقديرات الإنتاجية بالزجاجات الشفافة والمعتمة تستخدم أيضا لتقدير البناء الضوئى للفيتوبلانكتون .**

وتعطـــى طـــريقة الـــزجاجات الشفافة والمعتمة والتى تعتمد على قياس الأكسجين تقدير مناسب للبناء الضوئى الكلى. بينما الطريقة المعتمدة على قياس الكربون المشع C_{14} فى الزجاجات الشـــفافة والمعـــتمة تعطـــى تقدير ممتاز للبناء الضوئى. وحتى الآن لا توجد طرق مناسبة لفصل الفيتوبلانكتون والزوبلانكتون والمواد الغير حيه .

العوامـــل المنظمة لنمـــو النباتـــات المـــائية : Factors Regulating Aquatic plant Growth

تحتاج النباتات للمساحة الكافية والضوء والرطوبة والعناصر المغذية ودرجة الحموضةpH المناســـبة ودرجـــة حـــرارة وعدم وجود المواد السامة وذلك لنموها وازدهارها. وتحتاج معظم النـــباتات للعناصـــر الأساســـية الآتية : كربون ، هيدروجين ، أكسيجين ، نتروجين ، فوسفور ، بوتاســـيوم، كالسيوم ، ماغنسيوم ، حديد . والعناصر المعدنية الصغرى وهى المنجنيز ، الزنك ، الـــنحاس ، المولبدنـــيوم. بعـــض النـــباتات تحـــتاج لإضافة واحد أو أكثر من العناصر الآتية : الصوديوم، السيليكون، الكلوريد ، البورون ، الكوبالت.

الفيتوبلانكتون Phytoplankton

معظم أنواع الفيتوبلانكتون سريعة الانتشار فالهواء الجوى يحتوى على أنواع عديدة من الجراثـــيم والخلايـــا الخضـــراء وعندما تفتح قارورة بها محلول مغذى معقم وتعرض للهواء فان عشـــائر الطحالـــب سوف تنمو سريعاً. والطيور الغاطسة (الغواصة) يوجدعلى السطح الخارجى

لجســمها مجاميع من الفيتوبلانكتون وجراثيم طحالب حية وأجسام خضراء أوتمر من خلال القناة الهضــمية لهــذه الطيور عند تناولها والتغذية عليها إلى الماء. أنواع الفيتوبلانكتون المتجمعة فى مســتعمرات تعــتمد على مدى ملائمة وقابليه البيئة لنمو أفراد النوع وفى النواحى العملية لابد أن ندرك ذلك من أجل التحضين الطبيعى لعديد من أنواع الفيتوبلانكتون فى أحواض الأسماك.

وكمــا ســبق أن وضحنا فإن الفينوبلانكتون يحتاج على الأقل إلى ١% من ضوء الشمس الكلــى لكى ينمو. وضوء الشمس الشديد بالقرب من سطح الأحواض قد يثبط نمو وازدهار أنواع معينة. وفى بعض الأحواض التى قد يكون بها عكارة كافيه من جزيئات التربة الغير عضوية أو من المادة الخضراء المتحللة فإن ذلك يعوق بشده نفاذ الضوء ونمو الفيتوبلانكتون فيها. ولقد لوحظ أيضاً أن نمو الفيتوبلانكتون يزداد مع ارتفاع درجة الحرارة ولذلك فإن معدلات النمو العالية عاده تحدث خلال الربيع والصيف بينما يستمر النمو بمعدل أقل خلال الشهور الباردة ويمكن أن يحدث نمــو أيضــاً تحــت طبقة الثلج الشفافة. ونقص أى عنصر غذائى أو عده عناصر قد يحد من نمو الفيتوبلانكــتون فـــى المـــياه الطبيعية. ويعتبر الفوسفور يليه النتروجين من أهم العناصر الغذائية المحــددة للــنمو فـــى معظم أنواع المياه فعلى سبيل المثال فى دراسة على ٤٩ بحيرة لوحظ أن الفوســفور يحد من نمو الفيتوبلانكتون فى ٣٥ بحيرة بينما النيتروجين وجد أنه عامل محدد فى ٨ بحــيرات. والفوسفور على وجه الخصوص هام جداً فى أحواض الأسماك حيث يوجد ارتباط قوى بيــن تركيزات الأرثوفوسفات الذائبة والكلوروفيل (أ) فى الأحواض المسمدة. كذلك يوجد ارتباط تــام بيــن تركيزات الأرثوفوسفات الذائبة والإنتاجية الكلية للفيتوبلانكتون فى الأحواض المسمدة. وفـــى الأحواض المسمدة بكلاً من النتروجين والفوسفور تزداد كمية البلانكتون عنها فى الأحواض المسمدة بالفوسفور فقط. وفى الأحواض الغير مسمدة وجد أن محصول البلانكتون القائم (كمقياس للمـــادة العضوية الجزيئية) يزداد مع زيادة تركيزات الأرثوفوسفات الذائبة بينما لا يزداد مع زيادة تركـــيزات النترات والامونيا الكلية. ويحتاج الفيبتوبلانكتون فى الحقيقة إلى نتروجين بكميات أكثر مـــن الفوســـفات ويعتـــبر المصدر الرئيسى للنيتروجين هو عملية تثبيته بواسطة أنواع الطحالب الخضراء المزرقة والتى تمثل المكون الرئيسى للفيتوبلانكتون فى الأحواض ذاتية التغذية. وينطلق النيتروجيـــن الغـــير عضـــوى أثناء انحلال الطحالب الخضراء المزرقة المثبتة للنيتروجين لتكون مصـــدراً للنيتروجيـــن اللازم لنمو الفيتوبلانكتون فى الأحواض. وقد أشارت بعض الدراسات أن انخفـــاض كمـــية الكـــربون الميسرة تحد من نمو الفيتوبلانكتون فى المياه الطبيعية. كما وجد أن الطحالـــب يمكن أن تستخدم ثانى أكسيد الكربون عند تركيزات أقل بكثير من مثيلتها الموجودة فى

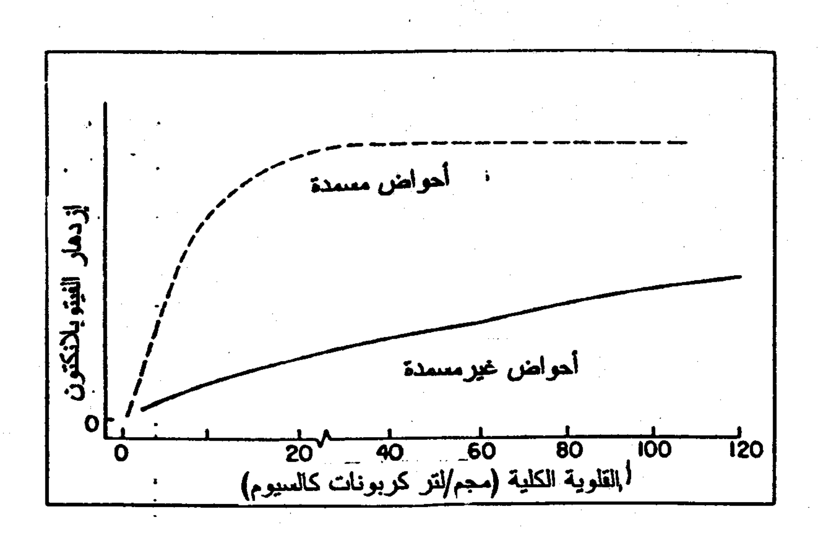
حالــة الــتوازن مع الجو وهى على الأقل تمثل ٥٠ % من الكربون فى أيون البيكربونات الذى يمكــن أن تســتخدمه فــى البناء الضوئى كما وجد كذلك أن ثانى أكسيد الكربون من الجو يعتبر مصدر كافى من أجل معدلات نمو الطحالب حتى ٢مجم/لتر فى اليوم لعمق ١٫٧ متر. ولقد لاحظ العديــد مــن الباحثيــن أن إنــتاج البلانكتون والأسماك يزداد مع زيادة القلوية الكلية فى المياه الطبيعــية ولكن هذه المشاهدات لا تدل بالضرورة على أن المياه عالية القلوية بها تركيزات أعلى مــن الكــربون المــتاح وبالتالى الإنتاجية الأعلى للبلانكتون. والمياه ذات القلوية العالية بها درجه أغنــى مــن الأيونــات عــن المــياه ذات القلويــة المنخفضة ولكن العلاقة بين القلوية وإنتاجية الفيتوبلانكــتون تــرجع للإختلافات فى تركيزات النتروجين والفوسفور اكثر منها للإختلافات فى تركــيزات فى ثانى أكسيد الكربون أو القلوية نفسها. فى أحواض الأسماك المسمدة والتى تتراوح درجــه القلويــة الكلية بها من ٢٠ إلى ١٢٠مجم/لتر لا توجد علاقة قويه بين زيادة القلوية الكلية وإنتاجــيه الفيتوبلانكــتون. أما فى الأحواض المسمدة المحتوية على صفر إلى ٢٠مجم/لتر قلوية كليه تزداد فيها إنتاجية الفيتوبلانكتون مع زيادة القلوية الكلية. وهذه الزيادة ترجع إلى زيادة الإمداد بالكــربون اللازم للبناء الضوئى وللزياده الأكبر من الفوسفات المتاح من السماد كلما زادت القلوية إلى نحو ٢٠ مجم /لتر. والعلاقة بين القلوية وإنتاجيه الفينوبلانكتون فى الأحواض المسمدة والغير مسمدة موضحة فى الشكل رقم (١١).

وإنتاجــيه الفيتوبلانكتون تتأثر أيضاً بنمو الطحالب الكبيرة حيث أن هذه النباتات تتنافس مــع الفينوبلانكــتون مــن أجــل الحصول على العناصر الغذائية. والطحالب الطافية على أسطح الأحــواض أو التى لها أوراق على السطح تغطى عمود الماء وتعوق بشده نمو الفيوبلانكتون من خــلال تظلــيلها للمكــان. بعــض الباحثيــن وجــدوا أن بعض أنواع الطحالب تفرز مواد سامه للفيتوبلانكــتون. وبغض النظر عن الأسباب والإضافات من العناصر الغذائية السمادية للأحواض المحــتوية علــى مجامــيع كبــيره منتشــرة من الطحالب نادراً ما يكون فيها كثافات شديدة من الفيتوبلانكتون. بالإضافة لذلك فان العناصر الغذائية المضافة عاده ما تشجع نمو الطحالب الكبيرة.

الطحالب الكبيرة : Macrophytes

يــزداد نمو الطحالب مع زيادة التركيزات من النتروجين والفوسفور فى الماء وغالباً مع زيــادة القلوية ولكن العكارة قد تكون العامل الأهم والمنظم لنموها وبالرغم من أن بعض الأنواع تســتطيع أن تنمو عند كثافات ضوئية أقل من الأخرى فإن العلاقة بين عمق قرص سكى للشفافية

وأقصى عمق توجد عنده هذه الطحالب تكون علاقة فى صورة خط مستقيم. والطحالب تحت الماء لا تســـتطيع أن تنمو عند أعماق أكثر من ضعف رؤية قرص سكى فى الأحواض. عاده لا توجد الطحالب فى المياه التى بها طبقات معتدلة حتى الطبقات الكثيفة الثقيلة للفيتوبلانكتون. هذا ويؤدى التســـميد الغير عضوى للأحواض فى بداية الربيع إلى تشجع نمو طبقات البلانكتون الكثيف والتى تظلل القاع وتمنع نمو الطحالب.



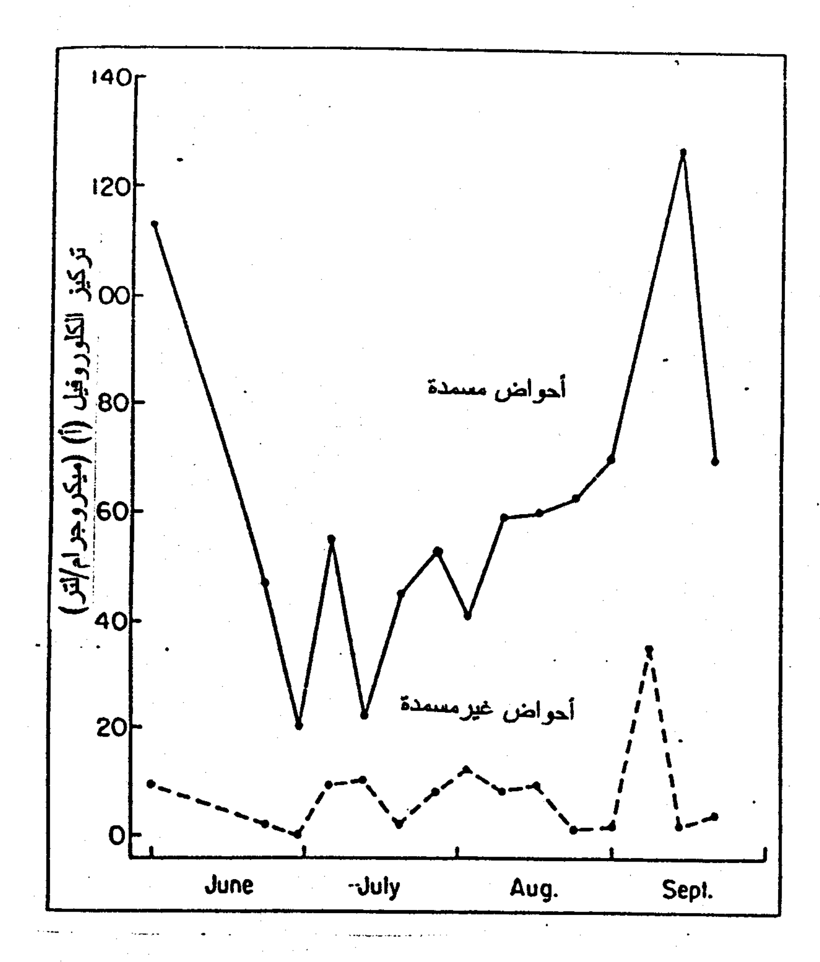
شكل (١١): تأثير القلوية الكلية على إنتاجية الفيتوبلانكتون فى أحواض الأسماك والمسمدة والغير مسمدة

الكائنات النباتية فى أحواض الأسماك Flora of Fish Pond

وفرة الفيتوبلانكتون : Phytoplankton abundance

نظراً لأن تركيزات العناصر الغذائية تكون عالية فى أحواض الأسماك التى بها كثافة عالية مـــن الفيتوبلانكتون عن الأحواض الفقيرة فى الفيتوبلانكتون أو المياه الطبيعية التى لا يضاف لها عناصر غذائية. ويمكن تقدير الاختلافات فى وفره الفيتوبلانكتون بواسطة تركيزات الكلوروفيل (أ)

ويتضـــح ذلك فى الشكل (١٢) للأحواض المسمدة والغير مسمدة حيث كانت متوسطات تركيزات الكلوروفيل (أ) خلال الصيف فى ثلاث أحواض مسمدة وثلاثة أحواض غير مسمدة ٦٢٫٧ ، ٤٫ ٧ ميكروجرام/لترعلى التوالى. وتركيزات الكلوروفيل (أ) فى الأحواض الغير مسمدة فى إحدى الدراســات كانــت تــتراوح بين ٨٫٨ ، ١١٥٫٥ ميكروجرام/لتر بينما كانت هذه القيم للأحواض المسمدة ١٠٣٫٤، ٢١٢٫٣ ميكروجرام/لتر. قدرت تركيزات الكلوروفيل (أ) فى أحواض تجريبية غــير مسمدة فى نيويورك بمتوسط ٢٫٩ ميكروجرام/لتر. بينما المعدلات العالية من التسميد بهذه الأحواض رفعت تركيز الكلوروفيل (أ) إلى ٥٥٫٥ ميكروجرام/لتر.



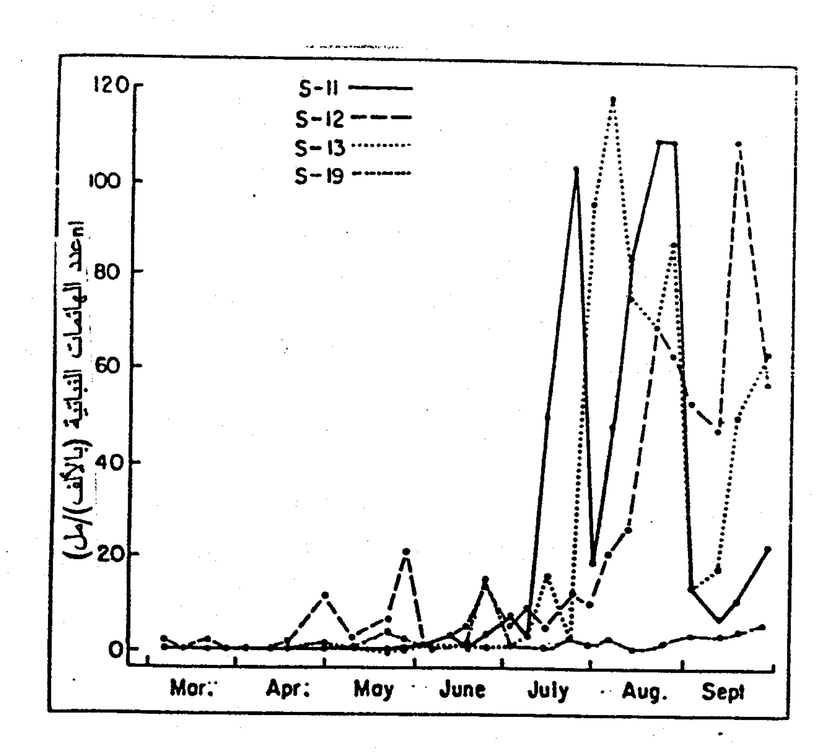
شكل (١٢): تركيز الكلوروفيل (أ) فى الأحواض المسمدة والغير مسمدة

الأحـــواض ذات الـــتغذية الإضافية للأسماك أيضاً يكون بها وفره من الفيتوبلانكتون لأن ٧٥% تقريباً من العناصر المغذية فى الأعلاف تصل أخيراً إلى الماء كمنتج مفرز مع فضلات الأسماك. ولقـــد وجد أن مستوى الكلوروفيل (أ) فى ٤ أحواض للقراميط المغذاة على أعلاف كان ١٠٢ر٢ مـــيكروجرام/لـــتر فى عينة أول أغسطس. ولقد وجد أيضاً أن الإنتاجية الكلية للفيتوبلانكتون أيضاً كبـــيره فى الأحواض التجريبية المسمدة عنها فى الأحواض الغير مسمدة. فمتوسط الإنتاجية الكلية تـــم قياســـها بيـــن الســـاعة ١٠ صباحاً و٢ بعد الظهر وكانت ٦٧ر١ مجم كربون/لتر/ساعة فى الأحواض المسمدة ، ١٨ر٠ مجم كربون/لتر/ساعة فى الأحواض الغير مسمدة. وقد أظهرت نتائج بعـــض الدراسات أن الإنتاجية الأولية فى الأحواض المسمدة أكثر بحوالى ١٠- ١٥ مره عنها فى الأحواض الغير مسمدة. وعلى أساس المساحة ، البناء الضوئى الكلى فى الأحواض المسمدة وفى الأحـــواض التى تم فيها تغذية القراميط فى نفس الدراسة عاده كان متوسط الإنتاجية الكلية من ١ إلى ٣ جرامات كربون/م٢/يوم .

والأعمـــاق الـــتى تتساوى فيها كمية الأكسجين المنتجة بواسطة البناء الضوئى مع كمية الأكســـجين المســـتهلكة أو المستخدمة فى عملية التنفس تسمى نقطة التعويض أو التكافؤ والاتزان Compensation point وتـــتراوح من ٤ر٠ إلى ٧٥ر٠ متر. ولقد لوحظ أن الانخفاض الحاد فى معدل البناء الضوئى مع زيادة العمق فى أحواض الأسماك يحدث عندما تكون نقط الاتزان حوالى ٤ر٠ متر .

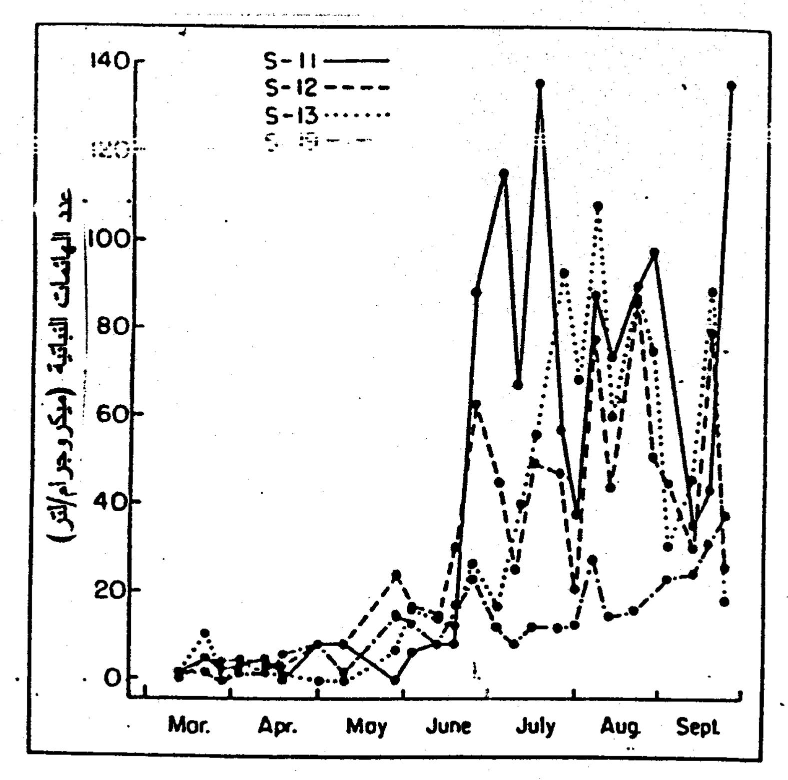
والدفـــع الغذائى بالعناصر الغذائية للأحواض يزيد من وفرة الفيتوبلانكتون والإنتاجية فى الطـــبقات العلـــيا من المياه حيث يتوفر الضوء. بينما تؤدى عملية الدفع الغذائى هذه إلى انخفاض كمـــية البلانكتون فى الأعماق نظراً لوفرة البلانكتون المتكون بالقرب من السطح والتى تعمل على تقليل نفاذ الضوء إلى الطبقات العميقة من الماء. والدفع الغذائى السريع قد يخفض الإنتاجية لوحدة المســـاحة بالمقارنـــة بمعـــدلات الإنتاجية ذات الدفع الغذائى المعتدل. وبالرغم من أن الأحواض المســـتقبلة لكمـــيه مناســـبة مـــن العناصر الغذائية عاده لديها وفره فى الفيتوبلانكتون فإن كثافات الفيتوبلانكـــتون تـــتذبذب بشده خلال موسم النمو (شكل ١٣ ، ١٤). طبقة الفيتوبلانكتون الكثيف غالـــباً مـــا تهبط لمستويات منخفضة نسبياً ثم تزداد مرة أخرى خلال أيام قليلة. وهناك العديد من التفســـيرات لهذه الظاهرة وأسباب التذبذب منها ما يرجع إلى التغيرات فى درجة ال pH ، درجة

الحرارة ، كثافة الضوء ، تركيز العناصر الغذائية ، الاستهلاك بواسطة الزوبلانكتون والأسماك ، الأمراض والطفيليات ، إطلاق المواد السامة من الطحالب.



شكل (١٣): التغيرات الموسمية فى كمية الفيتوبلانكتون فى أربعة أحواض مسمدة فى أوبرن

ولقـــد لوحظ أن هناك تباين فى وفرة الفيتوبلانكتون فى الأحواض التى تحصل على نفس المعـــاملات وربمـــا يكـــون ذلك راجعاً إلى عمليات إدارة هذه الأحواض والظروف الخاصة بهذه الأحـــواض ولذلك عند أدارة الأحواض يجب ادراك ان هناك تباين فى كثافة الفيتوبلانكتون وعدم توقع نفس الاستجابة للفيتوبلانكتون لنفس المعاملة للأحواض المختلفة .



شكل (١٤): التغيرات الموسمية فى تركيز الكلوروفيل (أ) فى أربعة أحواض مسمدة فى أوبرن

مجاميع الفيتوبلانكتون : Phytoplankton communties

يشمل الفيتوبلانكتون فى أحواض الأسماك الأقسام التصنيفيه الأتيه :-

الطحالب الخضراء — Green Algae

الطحالب الخضراء المزرقه — Blue- green Algae

اليوجلينات النباتيه — Euglenophytes

الطحالب الخضراء المصفره	Yellow- green Algae
الطحالب الذهبيه – البنية	Golden-brown Algae
الدياتومات	Diatoms
الدينوفلاجيلات	Dinoflagellates

فــى أحــواض الأســماك بجــنوب الولايات المتحدة عادة ما تتوافر الطحالب الخضراء والطحالــب الخضــراء المــزرقة. بيــنما المجموعات الأخرى قد تتوافر فى مناطق أخرى. فى الأحــواض المســمدة و المغــذاة تمثل الطحالب الخضراء والخضراء المزرقة ٩٠% أو أكثر من الفيتوبلانكــتون فى كل الأحواض تقريباً خلال شهور الصيف وهذه الأحواض عادة بها وفره من الطحالــب الخضــراء المصفرة والدياتومات أكثر من اليوجلينات النباتية والدينوفلاجيلات النادرة نسبياً. وتمثل الطحالب الخضراء المزرقة حوالى ٥٠ % من البلانكتون الكلى فى الأحواض إلا أن نسبتها قد تزيد إلى ٧٥% أو أكثر من البلانكتون الكلى فى بعض الحالات الفردية.

وكقــاعدة عامــه مجاميع الفيتوبلانكتون المشتملة على الطحالب الخضراء تحتوى على أعلــى عدد من الأجناس عن المشتملة على الطحالب الخضراء المزرقة .أنواع معينه من الطحالب الخضراء المزرقة تنتج سميات والتى تثبط نمو الأنواع الأخرى مما يؤدى لسيادتها .

إزدهار الطحالب الخضراء المزرقة Blue-green algal bloom

هــناك العديــد مــن المشكلات التى تعزى إلى ازدهار الطحالب الخضراء المزرقة فى المياه الطبيعــية مثل الرائحة فى الأسماك ، المواد السامة ، كيمياء المياه السطحية ، التقسيم الحرارى ، طعم ورائحة مياه الشرب، موت الفيتوبلانكتون ، المظهر القبيح للمياه . وأهم مشكلتين ناتجتين من ازدهــار الطحالــب الخضراء المزرقة فى أحواض الأسماك هما الرائحة فى الأسماك وموت كتل كبــيره مــن الفيتوبلانكتون فجأة. الطحالب الخضراء المزرقة تفرز مادة جوسمين Geosmin هذا المركــب لــه رائحــة العفن الأرضى والذى يفرز فى الماء و يمتص بواسطة الأسماك معطياً لها رائحــة كــريهة. بعض الأسماك قد يكون بها رائحة كريهة بدرجة تجعلها غير صالحة للتسويق. ويمكــن التخلص من الرائحة الكريهة بواسطة وضع الأسماك الحية لمدة أسبوعا أو أكثر فى ماء خــالى مــن مــادة الجوسمين. قد تفرز مادة الجوسمين أيضاً بواسطة الفطريات مثل أكتينوميست Actinomycetes ولكــن الطحالب الخضراء المزرقة هى المصدر الأساسى للرائحة الكريهة فى الأحــواض. وتــتجمع الطحالب المزرقة الطافية غالباً على سطح الأحواض خلال المناخ الهادئ

الدافـــئ. هذا الريم السطحى غالباً يصل عمقه لعدة سنتيمترات وقد يغطى السطح الداخلى للحوض أو يجــرف للجانب البعيد بفعل الرياح. وخلال فترات الكثافة الضوئية العالية تزداد معدلات البناء الضـــوئى بواسطة الطحالب فى الريم السطحى مسببه ارتفاع الpH ، انخفاض تركيز ثانى أكسيد الكربون وزيادة مستوى الأكسجين الذائب لمستوى فوق التشبع. مثل هذه الظروف قد تؤدى لموت كــتل مــن الطحالب الخضراء المزرقة. فإذا كان هناك نمو كثيف للطحالب فيؤدى ذلك إلى موته بكمـــيات كبـــيره وبالـــتالى إلى قتل الأسماك بسبب استنفاذ الأكسجين الذائب فى الماء نتيجة تحلل الطحالـــب الميـــتة. وهناك عدد من النظريات شرحت حدوث ازدهار الطحالب الخضراء المزرقة والأكثر شيوعا هى:-

١- وجود تركيزات عالية من المادة العضوية .

٢- وجـــود تركيزات عالية من النتروجين والفوسفور مع تركيز منخفض من ثانى أكسيد الكربون ودرجة pH عالية .

٣- إفـــراز مضـــادات حـــيوية (مثـــبطات) بواسطة الطحالب الخضراء المزرقة والتى تثبط نمو الطحالب الأخرى وتساعد الطحالب الخضراء المزرقة .

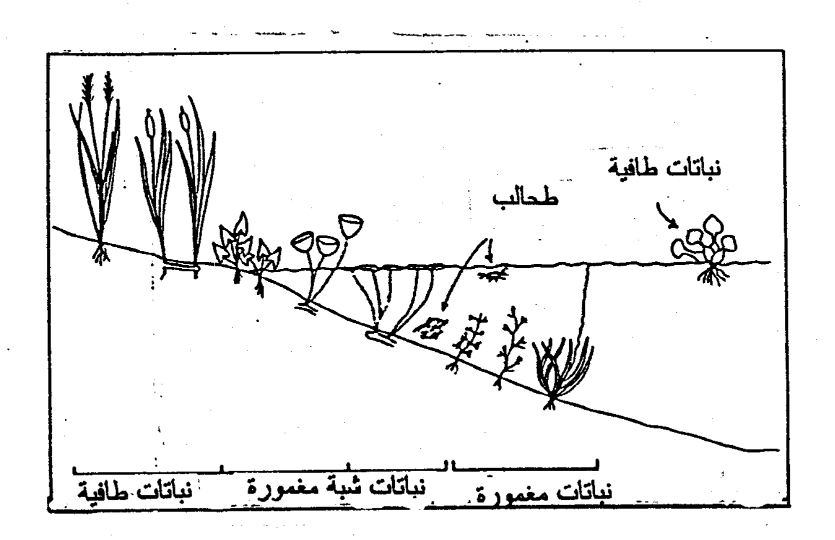
وللآن لا توجد المعلومات الكافية التى يمكن من خلالها التحكم فى ازدهار هذا النوع من الطحالب فى مياه الأحواض.

النباتات المائية :Macrophytes

النـــباتات المائـــية يمكـــن أن تنقسم لعدة مجاميع: طحالب نباتيه وتحت مغمورة وطافية وطافية الأوراق أو نباتات وعائية بارزه كما فى شكل (١٥). وتشمل الطحالب النباتية على الأنواع الـــتى تتصل بالقاع وتتسع لأعلى داخل الماء. فعلى سبيل المثال Nitella, Chara والأنواع التى تكـــون حصـــائر إمـــا علـــى القاع أو على السطح أو عند الحافة لتملئ عمود الماء الداخلى مثل الاســـبيرجيرا والريزوكلونـــيم وبيـــثوفورا. وقـــد تتأقلم الطحالب مع الظروف البيئية المختلفة فى الأحـــواض. ومـــن الملاحـــظ أنها تنافس الفيتوبلانكتون من أجل الحصول على العناصر الغذائية والضـــوء وتعمـــل على تغطية الماء مما يؤدى لضياع جزء كبير من أعلاف الأسماك والذى ينتج عنه عدم التوازن فى عشائر الأسماك وبالتالى صعوبة عمليات الصيد ويمنع الأسماك من الحصول علـــى الغذاء الصناعى عندما يضاف وتسبب نقص الأكسجين الذائب بسبب تغطية سطح الحوض الداخلى وتقليل نفاذ الضوء .

والمشـــاكل الأكثر خطورة فى الأحواض تكون ناتجه من نمو الأنواع العشبية والحشائش الطافــية على السطح ، فالطحالب الكبيرة وأنواع نباتيه معينه تحت مغمورة والأنواع البارزة مثل الألوديــا Elodea هــذه الأنــواع نــادراً مــا تنــتج محصول كبير قائم ولكن سريعا تسود على المجموعات النباتية الأخرى فى الحوض حتى بدون إضافة العناصر المغذية .

النباتات الوعائية التحت مغمورة تمتص العناصر المغذية من خلال أوراقها ولكن يمكنها امتصاص العناصر الغذائية أيضاً من خلال الجذور. والمياه قليلة الخصوبة والأقل إنتاجاً للأسماك قــد يحدث بها نمو وفير من النباتات المائية لأن جذور هذه النباتات لها قدرة عالية على امتصاص العناصر الغذائية من الطين. وعموماً فإن أكثر من ١٠ - ٢٠ % غطاء نباتى فى الأحواض أحياناً يكون ضار و احتمال إنتاج النباتات يكون أعلى فى الماء العسر عنها فى الماء اليسر.



شكل (١٥): أنواع النباتات المائية فى الأحواض

فــى الماء العسر التركيزات العالية من الكالسيوم والماغنسيوم تساعد على ربط وتجميع وترسيب الغــرويات والمــياه تصبح صافيه عاده معكره فقط بعكارة البلانكتون. الماء اليسريكون حامضي وغالــباً مصــبوغ بــالمواد الدبالية ونفاذ الضوء يكون ضعيف حتى فى غياب عكاره البلانكتون والأحــواض ذات المساحات الكبيرة من المياه الضحلة غالباً تصاب بوباء النباتات تحت الماء وقد تعمــق حافــة الأحواض لعدم تشجيع نمو هذه النباتات. وهذه النباتات قد تعوق إدارة الأحواض

الغنـــية بالنتروجين والفوسفور وتسبب بعض الاضطرابات في إنتاج الأسماك على سبيل المثال فقد تــم قــياس الغطـــاء النـــباتى فى ٧٢ حوض تجريبى صغير ٤٠ر٠ هكتار خلال الصيف ، ولقد أوضحت النتائج أن عدد كبير من الأحواض كان به أكثر من ٢٠ % من الغطاء النباتى ونسبه أقل بها ٥٠ % غطاء نباتى.

ونمـــو النـــباتات يعتبر مؤثراً هاماً يؤدى إلى الاختلال فى ازدهار الفيتوبلانكتون وإنتاج الأســـماك فى الأحواض المسمدة. وقيم الإنتاجية الأولية الكلية للأحواض المسمدة كانت أعلى فى الأحــواض ذات الغطاء النباتى الأقل والعكس صحيح. ونمو النباتات بشكل كثيف يؤدى إلى موت مفاجــئ لعشائر الطحالب النباتية وتحللها مما ينتج عنه استنفاذ كميات كبيره من الأكسجين الذائب فى عمليات التحلل مما ينعكس بالطبع على إنتاجية الأسماك.

ومن النباتات المائية السائدة في مياه المزارع السمكية المصرية الأنواع الآتية:

(١) النباتات الطافية Floating plants

تحـــتوى على أوراق وسيقان فوق سطح الماء وجذور متدلية في الماء وهى غالباً تطفو فوق سطح الماء بحريه وتحصل على ثاني أكسيد الكربون من الهواء أما باقي احتياجات النمو فتحصل علـــيها من الماء ومن أمثلة هذه النباتات عشب البط أو عدس الماء Lenmna gibba وورد النيل Eichhornia crassipes ويوضح شكل (١٦) أهم هذه النباتات.

(٢) النباتات المغمورة Submerged plants

وهـــى تحـــتوى على جذور بقاع الحوض أو القناة المائية وأوراقها وسيقانها تحت سطح المياه وغالباً ما تمتد إلى سطح الماء وتحصل على ثاني أكسيد الكربون والاحتياجات الكيمائية الأخـــرى اللازمـــة للـــنمو مـــن الماء ومن أمثلة هذه النباتات ذيل الفرس Potamogeton pectinatus والهـــالس Potamogeton orispus والحريش Najas armata وأبو ظلف Potamogeton nodosus ونخشـــوش الحـــوت Ceratophyllum demersum. ويوضح شكل (١٧) أهم هذه النباتات.

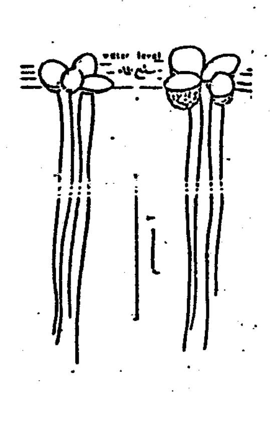
(٣) النباتات النصف مغمورة Emergent plants

جذور هذه النباتات بالقاع وأوراقها أو جذوعها ممتدة فوق سطح الماء – ونموها يحدث عادة قـــرب إلحافـــه والجسور والشواطئ وفى الماء الضحل وتحصل النباتات على ثاني أكسيد الكربون مـــن الجـــو والمواد المغذية من تحت سطح الماء ومن التربة ومن أمثلة هذه النباتات ذيل القط أو الـــبردي Typha domingensis والحلفـــا Imperata cylindrics و ســـمار حلـــو Cyperus

alopecuroides وفــرجاع Jussiaea repens وغـــاب حجـــنه Phragmites autralis .
ويوضح شكل (١٨) أهم هذه النباتات.




Eichornia crassips وردالنيل

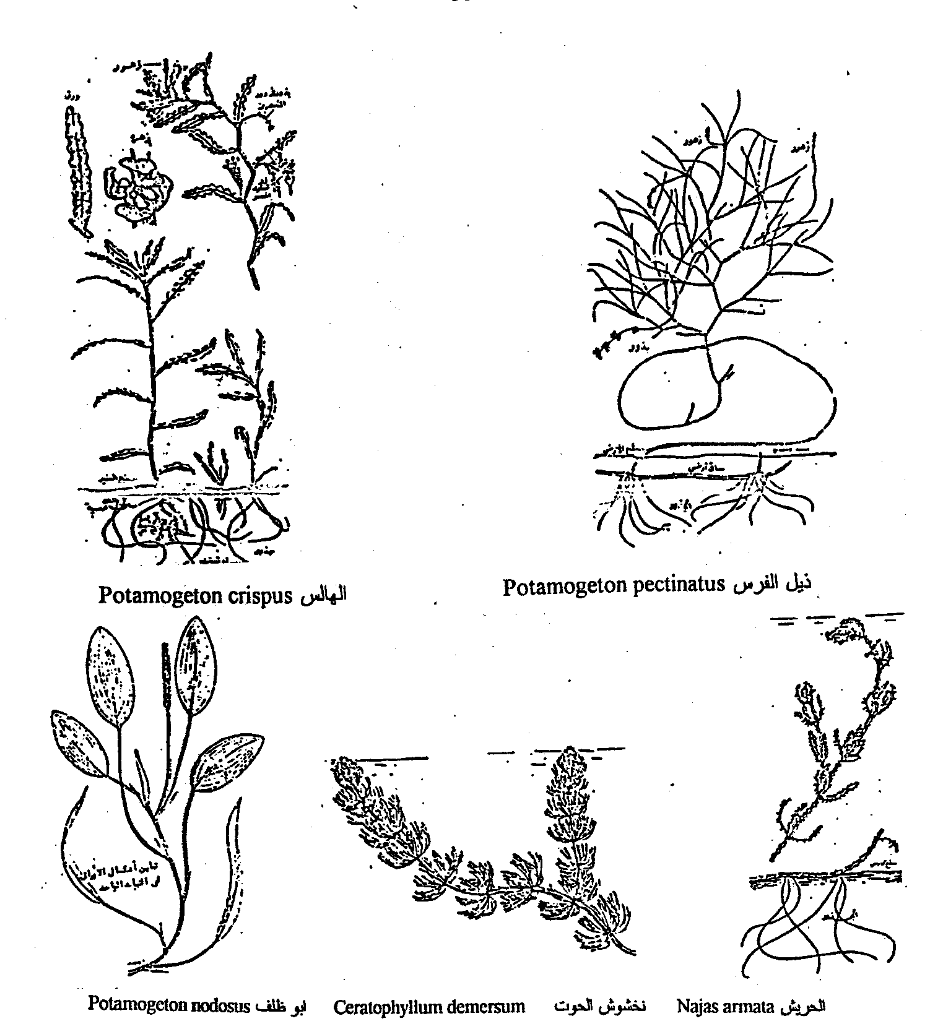


Lemna gibba عدس الماء



إحدى قنوات الرى بمحافظة الجيزه وقد غطي ورد النيل سطح الماء تغطية كاملة

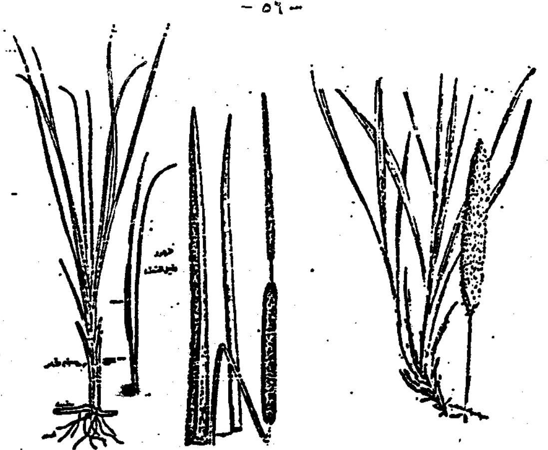
شكل (١٦) : النباتات المائية الطافية



Potamogeton crispus الهالس — Potamogeton pectinatus ذيل الفرس

Potamogeton nodosus ابو ظلف — Ceratophyllum demersum نخشوش الحوت — Najas armata الحريش

شكل (١٧): نماذج من النباتات المائية المغمورة



Typha domingensis البردى   Imperata cylindrics الحلفا



Phragmites autralis غاب حجنه Jussiaea repens فرجاع Cyperus alopecuroides سمار حلو

شكل (١٨): نماذج من النباتات المائية النصف المغمورة

مقاومة النباتات المائية في المجارى والقنوات والمزارع السمكية :-

من أهم المشاكل التي تواجه تنمية الثروة السمكية انتشار الحشائش في المجارى المائية والمزارع السمكية فهي تشارك الأسماك في امتصاص العناصر الغذائية والأكسجين الذائب في الماء وتقوم بحجب الضوء على طبقات المياه المختلفة الذي يؤثر بدوره على نمو الكائنات الحية الدقيقة آلتي تتغذى عليها الأسماك وتعتبرها غذائها المفضل .

طرق المقاومة للحشائش والنباتات المائية weeds control

(١) عملية التسميد Fertilization

التسميد في المزرعة السمكية يعتبر طريقة عملية وغير مكلفة في تنمية الغذاء الطبيعي (الكائنات الحية الدقيقة النباتية والحيوانية) وهو غذاء مفضل للأسماك . ولكن كيف نستخدم التسميد في مقاومة الحشائش هذا ما سنتناوله بالتفصيل.

- التسميد في فصل الربيع والصيف .

التسميد أثناء الربيع والصيف يحفز نمو المعلقات المائية المفيدة algae وهى نباتات أوليه دقيقة معلقة بالماء وهذه المعلقات تمنع مرور ونفاذ ضوء الشمس إلى القاع مما يؤدى إلى وقف نمو وموت الأعشاب والحشائش المائية ذات الجذور التي تحتاج إلى هذا الضوء لنموها. وعموما النباتات تكون كامنة أثناء الشتاء .ولذلك لو تم التسميد قبل نمو الحشائش في وقت الربيع عدة مرات لا تستطيع النباتات أن تنمو مره أخرى .

- التسميد أثناء أشهر الشتاء .

هو طريقة فعالة في التحكم في الأعشاب والحشائش وخصوصا المغمورة. فالتسميد أثناء الطقس البارد يسمح بنمو بعض الألجا الهدبيه filamentous algae التي توجد داخل وحول البساط العشبي وعندما تدفئ أثناء الربيع يموت كل من الألجا والعشب ويطفو على السطح حيث يتحلل ويتقطع . والعامل أو العوامل المسئولة عن موت العشب ليست معروفه. وتسميد الشتاء

يجب أن يبدأ من نصف إلى آخر يناير والتسميد يجب أن يوضع في الحوض كل أسبوعين بمعدل ثابت حتى أول الربيع وظهور الألجا والعشب على سطح الماء متحللين. والتسميد لا يجب أن يوضع مره أخرى حتى أن كل المواد النباتية الطافية تختفي ويصبح ماء الحوض والمزرعة رائق نسبيا والتسميد أثناء وجود النباتات الميتة ممكن أن يسرع من عمليات التحلل وينتج عن ذلك قتل الأسماك نتيجة لنقص تركيز أكسجين بالماء.

(٢) المقاومة بتغير مستوى الماء Water level control

التحكم في مستوى سطح الماء يعتبر طريقه عمليه أخرى للتعامل مع مشكلة الحشائش والأعشاب المائية. وفى المزارع السمكية الصغيرة تجفيف المزرعة كل موسم أو موسين معرضين على الأقل نصف القاع للتجفيف من الممكن أن تحسن في القضاء على الأعشاب والحشائش المائية. وتجفيف الأحواض يحب أن يستمر ويتواصل حتى آخر الموسم ولإعادة ملئها مره أخرى إلا في أول الربيع .

(٣) المقاومة اليدوية Manual control

يؤدى ارتفاع أسعار العمالة وصعوبة العمل في المناطق المائية إلى جعل هذه الطريقة صعبة ومع ذلك فإن نزع النباتات بجذورها مبكرا بالأيدى (ملشا) تعتبر طريقه فعاله في القضاء على الحشائش الضارة ويفضل نزع النباتات قبل موسم تكوين الحبوب أو البذور.

(٤) المقاومة الميكانيكية Mechanical control

تستعمل آلات قص وحصد النباتات المائية وهى أنواع وأشكال متعددة تختلف حسب نوع النباتات المائية وكثافتها وحسب مساحة المزرعة السمكية وأحواضها وموقعها. وفى هذه الطريقة يجب استبعاد جميع النباتات المقصوصة عن المزرعة السمكية بطريقه غير ضارة بالبيئة المحيطة عن طريق تجفيفها تجفيف شمسي ودفنها في أماكن مناسبة.

(٥) المقاومة الكيميائية Chemical control

تستخدم المبيدات لمقاومة الحشائش بكفاءة عالية ويتوقف ذلك على نوع المبيد ونوع الحشائش وننصح باستخدام المبيدات في فتره بداية إنشاء الأحواض السمكية فقط ثم نتبع طرق أخرى صديقه للبيئة بعد زراعة الأحواض بالأسماك وذلك لخطورة استعمال المبيدات مع الاستزراع السمكي. وتعتبر المقاومة البيولوجية من أسهل الطرق في المقاومة ولأقل تكلفه مما يؤدى إلى الاستغناء تماما عن استخدام المبيدات والكيماويات التي كان يتم استيرادها سنويا بما لا

يقل عن نصف مليار جنيه ولم تؤتى ثمارها بل بالعكس لها مضاعفات سلبية على ثروتنا السمكية
والحيوانية والزراعية والبشرية.

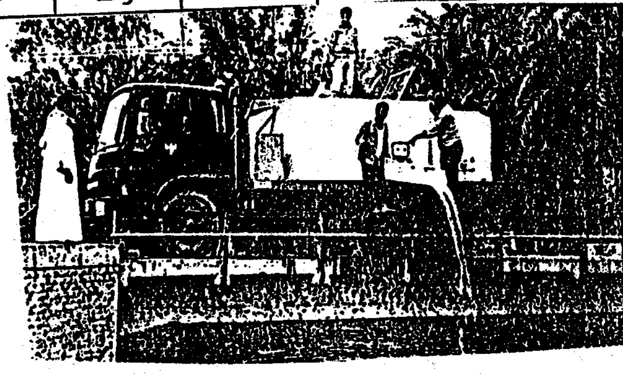
(٦) المقاومة البيولوجية Biological control

تستخدم أسماك مبروك الحشائش grass carp (Ctenopharyngodon idella)
وأسماك المبروك تتواجد تقريبا في جميع أنحاء العالم رغم أن موطنها الأصلي جمهورية الصين
الشعبية، ودخلت مصر في السبعينات وتعد أسماك مبروك الحشائش من أهم هذه الأنواع لأهميتها
الاقتصادية في تطهير المجاري المائية وأحواض المزارع السمكية من الحشائش المغمورة ، وهذا
النوع من الأسماك يعيش ويتغذى بصفة أساسيه على النباتات المائية مثل الأولوديا والحامول
وعدس الماء ....الخ. وقد تم إطلاق أعداد كبيرة من هذه الأسماك فى ترعة المنصورية بمحافظة
الجيزة كإحدى وسائل المكافحة البيولوجية ومن المشاكل التى واجهت المكافحة البيولوجية الصيد
الجائر لهذه الأسماك شكل (١٩).

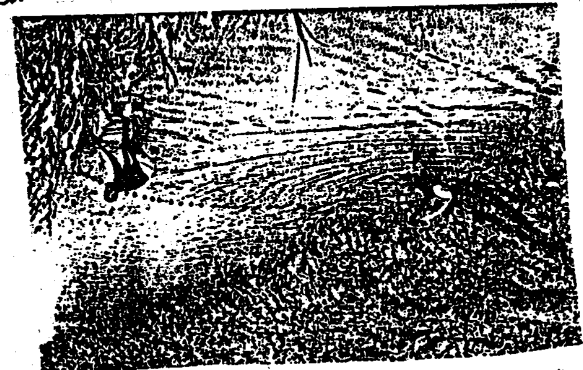
وتربى أسماك مبروك الحشائش في المزارع السمكية مع الأنواع الأخرى من الأسماك
ولا تربى في مزارع مستقلة، ومن المعلومات الهامة التي تم الحصول عليها من الدراسات
والطبيعة الخاصة بهذا النوع أن اسماك مبروك الحشائش تأكل ٢-٣ مرات من أوزانها في اليوم
الواحد من النباتات الطافية والمغمورة ويصل وزنها ٢-٤ كيلو جرام في التربية لموسم واحد
والمعدلات المثلى للنمو في أثناء فترة التربية تصل إلى ٥-٨ جرام/ يوم - ويتم إنتاج إصباعيات
مبروك الحشائش في المفرخات التابعة للهيئة العامة لتنمية الثروة السمكية والسعر التقريبي للألف
وحدة ١٧٠ جنيها للأحجام في حدود ١٠ جرام أما الأحجام الأكبر والتي تصل إلى ٢٠ جرام تباع
بسعر تقريبي ٢٧٠ جنيها للألف إصبعيه، ويقوم مربى الأسماك في المزارع السمكية بشرائه
واستخدامه في التركيب المحصولى في مزارعهم وعلاوة على ذلك تستخدم إصبعيات مبروك
الحشائش على نطاق واسع في الحملة القومية لتطهير المصارف الداخلية بواسطة وزارة الرى
والموارد المائية. ويوضح جدول (٥) معدلات التخزين من أسماك مبروك الحشائش في المزارع
السمكية والمصارف الموصى بها من الأبحاث والدراسات المختلفة.

جدول (٥): معدلات التخزين من أسماك مبروك الحشائش في المزارع السمكية والمصارف

	حجم الإصباعيات	درجة انتشار الحشائش المائية		
		ضعيفة	متوسطة	كثيفة
المياه التي تحتوى على أسماك مفترسة لأصباعيات مبروك الحشائش	٢٠-٢٥ جرام	عدد ١٠ إصبعية للفدان الواحد	عدد ٢٠ إصبعية للفدان الواحد	عدد ٤٠ إصبعية للفدان الواحد
المياه التي لا تحتوى على أسماك مفترسة لأصباعيات مبروك الحشائش	١٠-١٥ جرام	عدد ١٥ إصبعية للفدان الواحد	عدد ٢٥ إصبعية للفدان الواحد	عدد ٥٠ إصبعية للفدان الواحد



إطلاق اسماك مبروك الحشائش فى ترعة المنصورية بمحافظة الجيزة



صيد أسماك مبروك الحشائش والتى تعتبر إحدى المشاكل التى تواجه عمليات المقاومة البيولوجية للحشائش باستخدام أسماك مبروك الحشائش

شكل (١٩) المقاومه البيولوجية للحشائش باستخدام أسماك مبروك الحشائش

الباب الرابع

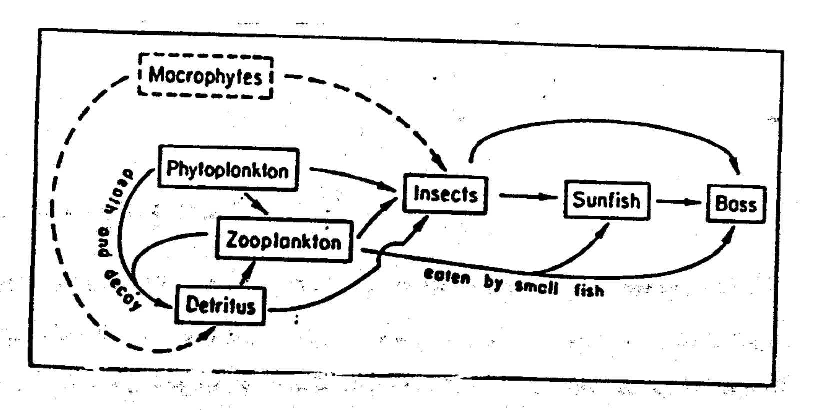
الإحتياجات البيئيه لإنتاج الأسماك

Environmental Requirements for fish Production

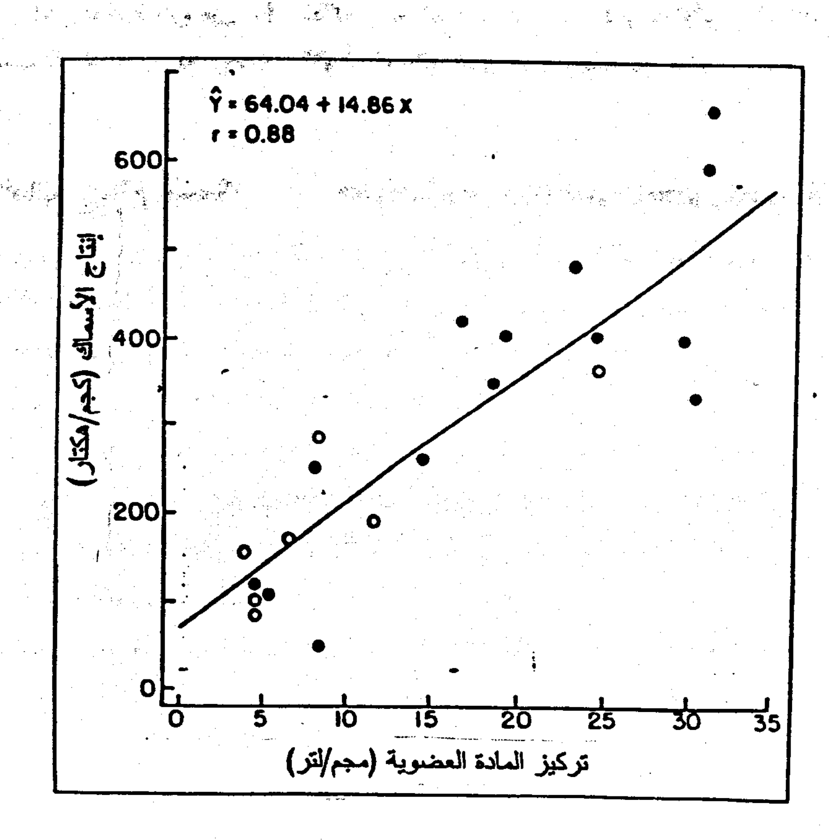
تعتبر ملائمة العوامل البيئيه فى الإستزراع السمكى من الأمور الهامه جداً. وتشمل العوامل الأكثر أهميه والمؤثره على النمو وحياه الأسماك مدى وفرة الكائنات الغذائيه والعوامل الطبيعية مثل الأكسجين الذائب ، وغاز ثانى أكسيد الكربون CO_2 ، والنترات NH_3 ، وكبريتيد الأيدروجين H_2S ، NO_2^- وأيون الهيدروجين H^+ . كذلك درجه الحراره واحتياجات الملوحة للأنواع المختلفه من الأسماك المستزرعه. ومصادر التلوث المختلفه تعتبر هامة أيضاً فى عمليات استزراع الأسماك.

النباتات المائيه وإنتاج الأسماك Aquatic plants and fish production

فى مزارع الأسماك التى تعتمد كلياً على الغذاء الطبيعى نجد أن إنتاج الأسماك يتوقف كلياً على الإنتاجية الأولية primary productivity. فعلى سبيل المثال فى الأحواض المسمده المستزرعه بأسماك الشمس Sunfish والقاروص ذو الفم الكبير Largemouth bass يمثل الفيتوبلانكتون القاعده الغذائية ذات الأهمية القصوى فى إنتاج هذه الأنواع من الأسماك. ويوضح شكل (٢٠) أن الأنتاج السمكى من أسماك الشمس يتناسب طردياً مع تركيزات الماده العضويه فى مياه الحوض. والعلاقه بين الوفره العقليه للفيتوبلانكتون وإنتاج أسماك الشمس مشابهة للعلاقه السابقه حيث أن أعداد البلانكتون عاده ماتمثل معظم مكونات الماده العضويه. وإنتاج أسماك القاروص وأسماك الشمس كان عالى نسبياً فى الأحواض المحتويه على النباتات والطحالب والنباتات المتكونه والتى عند موتها قد يتغذى عليها الزوبلانكتون zooplankton والحشرات. وهناك مشاكل تنشأ من تراكم هذه النباتات فى الأحواض ولذلك فإن هذه الطحالب الكبيره عادة ماتكون مرغوبه فى تكوين السلسلة الغذائيه فى أحواض القاروص وأسماك الشمس. ولقد وجد أن هناك علاقه مباشره بين إنتاج الفيتوبلانكتون وإنتاج أسماك الجامبوزيا Mosquito fish وهو يتغذى على الحشرات. كما وجد أن محصول هذه الأسماك فى بحيرات أفريقيا والهند قد زاد مع زيادة عمليات البناء الضوئى. ويوضح شكل (٢١) وجود ارتباط قوى بين المقاييس المختلفه لكثافه البلانكتون وإنتاج البلطى الأخضر (الأوريا) هذه الإرتباطات العاليه بين انتاج البلانكتون ونمو البلطى الأوريا نتجت بسبب



شكل (٢٠): السلسلة الغذائية فى أحواض أسماك الشمس



شكل (٢١): العلاقة بين المادة العضوية وإنتاج أسماك الشمس

أن البلطى الاوريا يتغذى مباشره على البلانكتون . وهناك دلائل تشيرالى أن العلاقات بين قياسات البلانكــتون وانــتاج الــبلطى الأوريا علاقه غير خطيه حيث أن إنتاج البلانكتون يكون أكثر من متطلبات إستهلاك البلطى الاوريا. والوفره الزائده للبلانكتون قد تكون ضاره لإنتاج الأسماك بسبب المشــاكل الــتى تحــدث فــى جودة وصفات المياه فى الأحواض. وعلى العكس من ذلك نجد أن الأســماك الــتى تــتغذى مباشره على النباتات المائيه لاتظهر علاقه إيجابيه بين نموها مع زياده البلانكــتون. فمثلا إنتاج سمك white amur فى الأحواض مرتبط تماماً مع غطاء الأحواض من النباتات و عكسياً مع إنتاج الفيتوبلانكتون .

إختبارت السميه: Toxicity Tests

فــى إختبار السميه يجب أن تتعرض الأسماك لتركيز واسع ومتدرج للمواد السامه ثم يقاس النفوق عــند كل تركيز. ويعبر عن بيانات السميه كتركيز قاتل (Lc) لنسبه معينه من الأسماك المختبره فعلــى ســبيل المثال يسمى تركيز المادة القاتل ل ٥٠ % من الأسماك المختبره يسمى Lc 50 . Lc 0 هى أعلى تركيز من الماده السامة والذى لايقتل الأسماك المختبره.كما أن Lc100 هو أقل تركيز من الماده السامه والذى يقتل كل الأسماك المختبره .

وقــد يستخدم إصطلاح الجرعة القاتلة (LD) أفضل من التركيز القاتل وقد تستخدم أيضاً بيانات السميه كمتوسط حدود التحمل والتى تعادل Lc 50 أو LD 50 فى اختبار السميه. ودراسة تاثــير السمية لماده على التكاثر ونمو الأسماك من الأمور الهامه فى إستزراع الأسماك حيث أن إختــبار الســميه يخبرناعــن مدى تحمل السمكة لزيادة الماده السامة أو فى حالة نقص الأكسيجين الذائــب دون التأثــير علــى نســبه النفوق هذا بالرغم من أن سميه الماده تتأثر كثيراً بالظروف الموجــوده عند إجراء إختبار السميه. فعلى سبيل المثال درجه الحراره ، الضوء ، كيمياء الماء ، صــوره الماده السامة ، طول فتره التعرض والنوع والحجم والجنس والحالة الفسيولوجيه للسمكة لها تأثير قوى على درجة السميه ولذلك فان إختبارات السميه يجب أن تتم تحت ظروف نموذجيه.

ويعتــبر وقــت التعرض على وجه الخصوص هام بسبب أن سميه معظم المواد تتناسب طــردياً مع وقت التعرض لها. وأكثر من ذلك فان التأثيرات التحت مميته الغير مرغوبه من ماده لاتكتشــف فــى اختبارات السميه المزمنه فى خلال المده من ٢٤ الى ٩٦ ساعة . مثال لذلك فقد يــتحمل نوع من الأسماك ٣ ر٠ مجم/لتر من الأكسيجين الذائب لعده أيام بدون ظهور أى أضرار ولكن عند زياده فتره التعرض لاتنمو الأسماك جيداً مقارناً بالتركيزات العالية من الأكسجين الذائب بالأضــافه لذلك فلابد من تفسير وشرح إختبارات السميه بعنايه ودقه لان الظروف التى تعيش فيها

الأسماك فى الأحواض قد تختلف كثيراً عن الظروف التى تعيش فيها الأسماك المعرضه لاختبارات السميه فى الأحواض الزجاجية ولذلك فإن معرفة الظروف البيئيه للحوض مع ظروف اختبارات السميه يمكن أن تعطى استنتاج ذو قيمة عن السميات أو التأثيرات التحت مميته للسميات المحتملة :

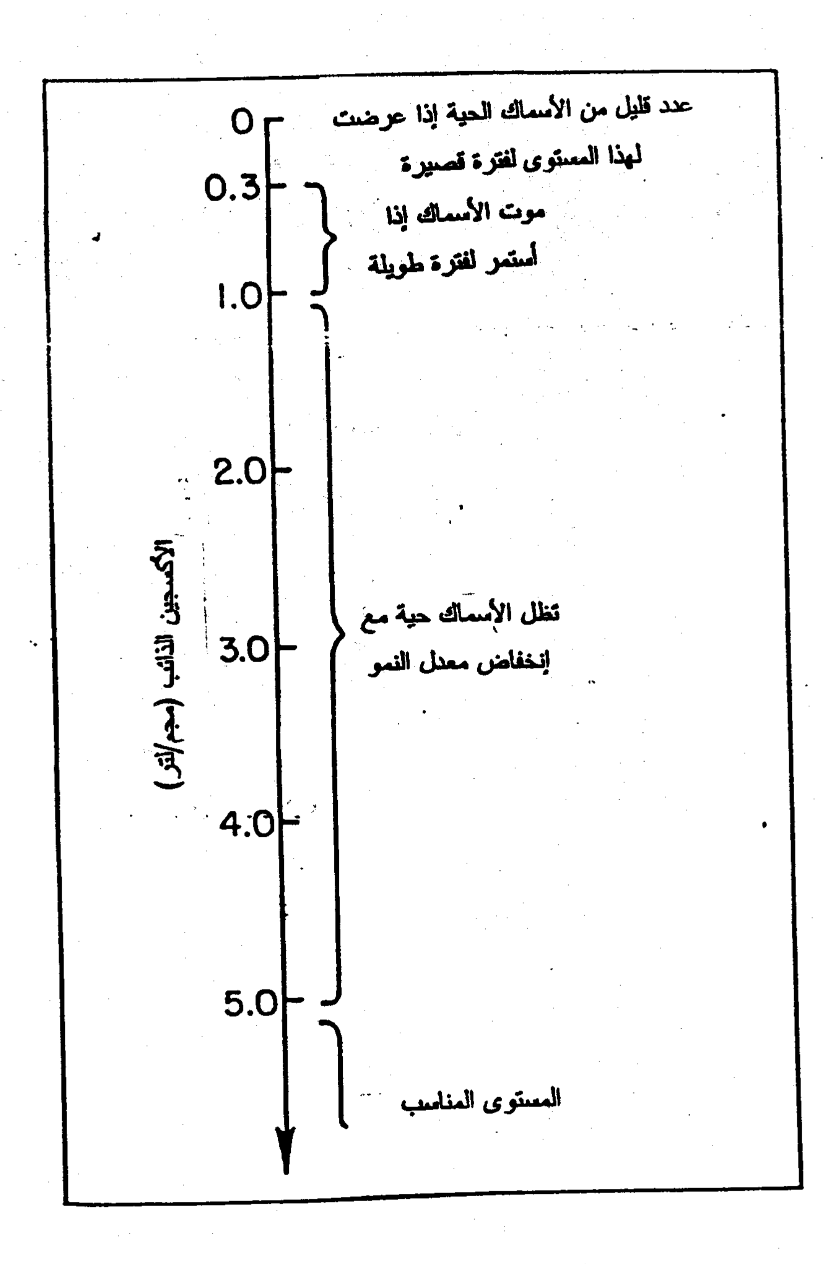
الأكسجين الذائب : Dissolved Oxygen

تموت الأسماك اذا تعرضت لفترات طويلة لأقل من ٣ر٠ مجم / لتر أكسجين ذائب فى الحوض: هذا وقد تستطيع الأسماك أن تعيش لفترات طويله على تركيز ١ مجم/لتر والتركيزات الأقل من ٥ مجم / لتر تعتبر تركيزات من الأكسجين غير مرغوبه فى أحواض إستزراع الأسماك (شكل ٢٢) : وتستطيع الأسماك المعيشه فى تركيزات منخفضه من الأكسجين الذائب وخاصة عند انخفاض تركيز ثاني أكسيد الكربون الحر ولكن إذا زادت الفتره فإن ذلك يكون ضار للأسماك حيث تنخفض نسبة حيويه الزريعه عند تركيز ٤ مجم/لتر أكسجين ذائب أو أقل كما ينخفض نمو الزريعه مع إنخفاض الأكسجين الذائب عن ٨ر٧ مجم/لتر: أسماك القراميط وكذلك أسماك القاروص تخفض من معدل إستهلاك العليقه الإضافيه خلال فترات إنخفاض الأكسجين الذائب والتعرض المستمر للتركيز المنخفض من الأكسجين يعتبر نذيرأيضاً للاصابه البكتيريه فى الأسماك والتذبذب الواسع فى تركيز الأكسجين الذائب خلال ساعات النهار يحدث فى الأحواض المستخدمة فى الاستزراع السمكى المكثف حيث يزداد تركيز الأكسجين الذائب بعد الظهر الى ١٥ مجم/لتر بينما فى الصباح يقل غالباً عن ٥ مجم/لتر.

ومستوى فوق التشبع بالأكسجين لمياه الشلالات فوق السدود المائيه عاده تسبب مرض فقاعات الغاز وموت الأسماك الحيه التى تعيش فى التيارات أسفل السدود: وقد يحدث مرض فقاعات الغاز فجاه أيضاً عند نقل الأسماك من مياه بها تركيز عالى من الأكسجين الذائب الى مياه أخرى بها تركيز منخفض من الأكسجين الذائب: وقد لوحظ أن مرض فقاعات الغاز والموت المصاحب لهذا المرض فى زريعه أسماك المبروك فى حوض تفريخ قد حدث عندما زادت تركيزات الأكسجين لحوالى ٢٠ مجم / لتر خلال فترات البناء الضوئى السريع :

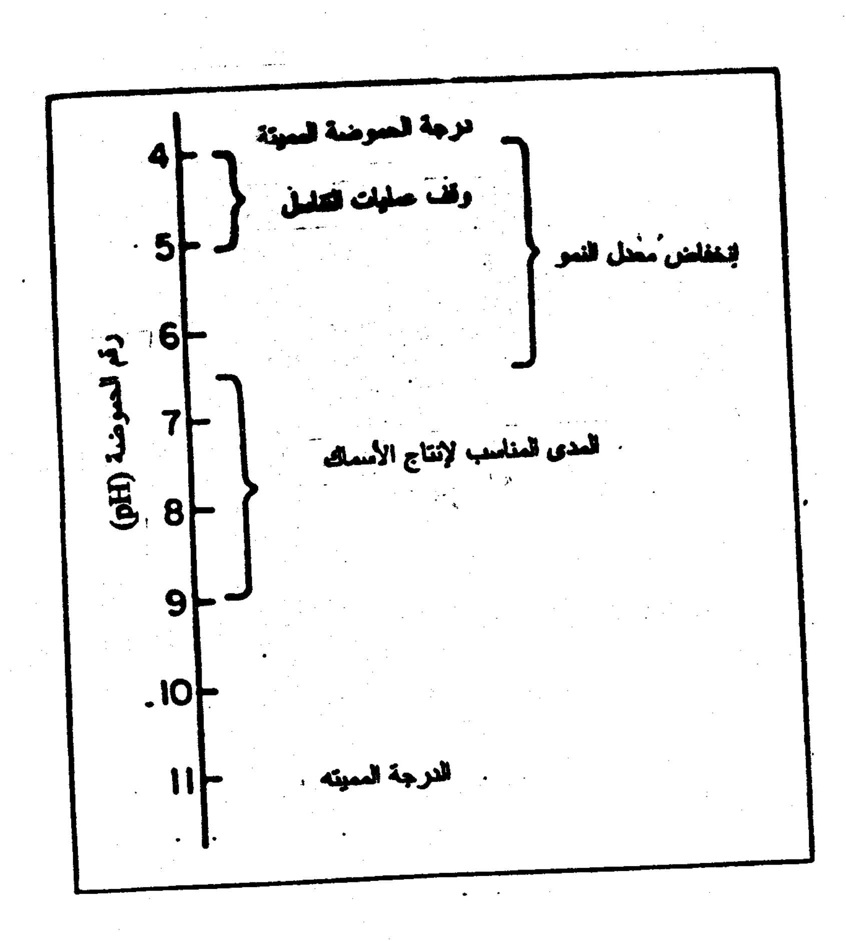
درجة الحموضة : pH

يوضح شكل (٢٣) العلاقه بين درجة ال pH المناسب لإستزراع الأسماك. وتتراوح درجة الحموضة والقلويه المميتة للأسماك بين pH=4 ، pH=11 والمياه ذات قيم pH المتراوحة من حوالى ٥ر٦ الى ٥ر٩ أثناء ساعات اليوم تكون أكثر ملائمه لإنتاج الأسماك ويقل



شكل (٢٢): تأثير الأكسجين الذائب على أسماك المياه الدافئه

الانـــتاج عند قيم pH الأقل من ٥ر٦ كما أن تناسل الأسماك يتأثر كذلك عند إنخفاض رقم ال pH عن ٥ر٦ والنمو الجيد للاسماك يكون عاده فى الماء اليسر أيضاً عند قيم ال pH بعد الظهر التى تـــزيد عن ٩ خلال فترات حدوث عمليات البناء الضوئى بدرجه كبيره. وإرتفاع درجة الحموضه لفـــترات طويلـــه لهـــا تأثيرات غير مرغوبه على إنتاج الأسماك حيث لوحظت فى مناطق معينه لأوربـــا وشمال أمريكا ويؤدى إرتفاع رقم ال pH عند الساعه ٩ بعد الظهر فى هذه المناطق إلى موت زريعة الأسماك .



شكل (٢٣): تأثير درجة ال pH على أسماك المياه الدافئه

ثانى أكسيد الكربون : **Carbon Dioxide**

تشـــعر الأسماك بالإختلافات الصغيره فى تركيزات غاز ثانى أكسيد الكربون الحر ومع إرتفـــاع تركيزات الاكسجين الذائب يمكن للاسماك أن تتحمل تركيز ثانى أكسيد الكربون حتى ١٠ مجـــم/لـــتر أو أكـــثر. ومعظم أنواع الأسماك يمكنها أن تعيش فى مياه تحتوى على ثانى أكسيد الكـــربون الحر حتى ٦٠ مجم/لتر ولكن المياه المحتويه على أعداد كبيره من الأسماك عاده تحتوى على أقل من ٥ مجم/لتر من ثانى أكسيد الكربون الحر .

فـــى مياه الأستزراع السمكى المكثف فإن مستويات ثانى أكسيد الكربون الحر بها تتذبذب مـــن صـــفر مجم/لتر بعد الظهر الى ٥ أو ١٠ مجم/لتر عند الفجر مع عدم ملاحظه أى مؤثرات مرضيه على الأسماك.

وتظهـــر معظـــم حالات التأثير الضار لثانى أكسيد الكربون فى الإستزراع السمكى عند حدوث إنخفاض فى تركيز الأكسجين الذائب والحد الأدنى لتركيز الأكسجين الذائب والذى يمكن أن تتحملة الأسماك يزد ادمع زياده مستويات ثانى أكسيد الكربون.

الأمونيا : **Ammonia**

الأمونـــيا الغـــير متأيـــنه NH_3 سامه للأسماك بينما أيون الأمونيوم NH_4 غير سام. ومســـتويات الســـميه للأمونـــيا عاده تتراوح بين ٦ر٠ ، ٢ مجم/لتر خلال فترة التعرض القصيره وتـــزداد ســـميه الأمونيا الغير متأينه عند إنخفاض تركيز الأكسجين الذائب أوزياده تركيزات ثانى أكســـيد الكربون. والتركيزات التحت مميته للأمونيا تسبب تغيرات باثولوجيه فى أعضاء الأسماك وأنسجتها. وقد تحدث تغيرات هستولوجيه عند التعرض المستمر لتركيزات الأمونيا من ٠٠٠٦ر٠ الى ٣٤ر٠ مجم/لتر. ويؤدى تراكم الأمونيا الغير متأينه NH_3 إلى إنخفاض معدل النمو ومستوى ١٢ر٠ مجـــم/ لـــتر مـــن الأمونيا فى المياه تسبب خفض النمو وتلف خياشيم الأسماك ولكن يمكن للأســـماك أن تـــتحمل حـــتى ٠٦ر٠ مجـــم/لتر أمونيا بدون تأثيرات ضاره. فى أحواض أسماك القرامـــيط غالـــبا ماتصل تركيزات الامونيا الكليه الى ٥ر٠ مجم/لتر نتروجين وإذا كانت درجة ال pH ٩ ودرجة حرارة الماء ٣٠ °م فإن الأمونيا يجب الأ تزيد عن ٢٢ر٠ مجم/لتر. وعند إرتفاع تركيزات الأمونيا الكليه يتبعها موت الفيتوبلانكتون ولكن وفرة ثانى أكسيد الكربون تساعد على خفـــض ال pH وبالـــتالى تقـــل النسبه من الأمونيا الكليه الموجوده فى صـــورة NH_3 تحت هذه الظروف مما يعمل على تخفيف آثارها السامه على الأسماك.

كبرتيد الايدروجين :- Hydrogen Sulfide

يعتبر كبريتيد الايدروجين الغير متأين سام للغايه للأسماك عند التركيزات التى قد تحدث فـى المـياه الطبيعيه. وقد إنخفضت نسبه حيوية البيض وتطور الزريعه فى أسماك Pike عندما وصـل تركيزكبريتيد الايدروجين إلى ٠٠٦ر٠ مجم/لتر • ولقد وجد أن أسماك Bluegill حساسة جداً لكبرتيد الايدروجين فلقد وجد أن التركيز السام من كبريتيد الأيدروجين والذى تموت عنده ٥٠ % مـن زريعـة أسماك الخيشوم الأزرق عمر ٣٥ يوم هو ٠١٣ر٠مجم/ لتر وذلك بعد ٩٦ ساعه مـن الـتعرض على درجه حراره ٢١°م. أما بالنسبه لأصبعيات نفس النوع من الأسماك فقد كان تركـيز كبريتـيد الأيدروجين الذى يؤدى إلى موت ٥٠% من الأسماك (LD 50) هو ٠٤٨ر٠ مجـم/لتر على درجه حراره مابين ٩ر١٩-١ر٢٠°م. وبالنسبه للأسماك البالغه كان التركيز المميت لنصـف المجـتمع (LD 50) من كبريتيد الأيدروجين هو ٠٤٥ر٠ مجم/لتر على درجه حراره مابيـن٩ر١٩-٣ر٢٠°م. التعرض المتقطع ل ٠٠٢ر٠ مجم/لتر H_2S لمدة ٨٢٦ يوم لايسبب موت الأسـماك ولكـن يؤثر على التبويض. والتركيز ٠١١ر٠ جم/لتر H_2S يعوق نمو الاسماك البالغه بيـنما الـتعرض لتركـيز ٠٠٣ر٠مجـم/لتر تؤثر على نمو الأجنه فى مرحلة البيض. فى أسماك القرامـيط كانـت LC50 عـند تعريض الزريعه لغاز H_2S لمده ٣ ساعات على درجة حرارة تـتراوح بيـن ٢٥- ٣٠°م ، pH للمـياه ٦ر٨ هو ٨ر٠مجم/لتر وعند pH = ٧ كان ١ مجم/لتر للاصبعيات ، ٣ر١ مجم/لتر للأصبعيات المتقدمه ، ٤ر١ مجم/لتر للقراميط الناضجة .

النيتريت : Nitrite

يعتبر تركيز ٨ر٢٤ مجم / لتر هوLC50 للنتريت NO_2^- عند تعرض أسماك القراميط لمده ٩٦ ساعه على ٢١ °م . وهذه التركيزات أعلى من الموجوده طبيعياً فى المياه المتوازنه مع الهواء من ناحية التشبع بالأوكسجين ، علما بأن النيتريت قد يكون عامل محدد فى أحواض إنتاج الأسـماك. وفـى خـريف سنة ١٩٧٨ قتلت أعداد كبيره من الأسماك فى نهر المسيسبى والآباما وكـان نفـوق الأسماك ليس راجعاً لإنخفاض نسبة الأكسجين الذائب أو الطفيليات أوالامراض أو الاسـباب الشـائعة الاخرى وقد وجد أن كل الأسماك النافقة والتى كانت فى حالة إعياء شديد لون دمهـا مثل الشيكولاتة مما يشير الى تحول الهيموجلوبين الى ميتاميجلوبين حيث أدى النتريت إلى تسمم الأسماك وتكوين الميتاميجلوبين ولذلك عتبرت على أنها قد تكون سبب موت الأسماك .

وعـــند تعريض أصبعيات أسماك القراميط لمدة ٢٤ ساعة الى تركيزات ١ ، ٥ر٢ ، ٥ مجـــم/لـــتر نتريـــت وجـــد أن مستويات الميتاميجلوبين هى ٢١ ، ٦٠ ، ٧٧ % على التوالى وتركيزات النيتريت فى حدود ٥ر٠ مجم/لتر تكون سامة لأنواع معينة من أسماك المياه الباردة .

المبيدات : Pesticides

كثير من مبيدات الآفات والحشرات سامه جداً للأسماك والتركيز السام للعديد من مبيدات الحشـرات الشائعه الإستخدام يتراوح من ٥ الى ١٠٠ ميكروجرام/لتر وقد تقل عن هذه التركيزات عـــند الـــتعرض لفـــتره طويلـــه. وإذا لم تقتل الأسماك فور تعرضها للمبيدات فان المده الطويله لتعرضـــها تشكل خطوره على عشائر الأسماك فى البيئات الملوثه بالمبيدات. وتؤدى المبيدات الى قلـــة الكائنات الغذائيه ونفوق للبيض والزريعه وإنخفاض فى معدلات نمو الأسماك. المبيدات التى تـــرش فى الحقول قد تتحرك وتنجرف الى مساحات كبيره وتصل للأحواض مع التيارات المائيه. وبـــناء عليه غالباً ماتكون الأحواض فى المناطق الزراعيه ملوثه بدرجات مختلفه بالمبيدات. فمثلاً الأحواض المجاوره لحقول القطن تقتل أعداد كبيره من أسماكها أو يحدث إنخفاض كبير فى أعداد العشـــائر الســـمكيه واذا أحتوى ماء المطر على بقايا المبيدات فى هذه الحاله تكون الأحواض غير ملائمـــه لإنـــتاج الأسماك. الأشجار والغطاء الأخضر والحواجز الطبوغرافيه والمسافه الآمنه بين الحقول المعامله بالمبيدات هى أساس الوقايه من خطر المبيدات بالاضافه للطرق الملائمه الأخرى من مقاومة الآفات.

فـــى دراســـة عـــن متبقـــيات مبـــيدات الإثيلكلوروبـــيريفوس chlorpyrifos وكذلك الفينبروباثريـــن fenproparthin فـــى مـــياه تغذيـــة أحواض المزارع السمكيه بمحافظة الفيوم (عبدالتواب ١٩٩٩) وجد أن تركيز المبيد الأول فى مياه تغذية الأحواض تتراوح مابين ٠٥٥ر٠ - ٢٥٠ر٠ ملجـــم/لتر للمبيد الأول وحوالى ١١٠ر٠ - ٢٥٠ر٠ ملجم/لتر للمبيد الثانى على التوالى. أشـــارت نـــتائج هذه الدراسة إلى وجود متبقيات لكل من مبيد الكارباريل carbaryl وفينتراثيون fentrathion والفينفاليريـــت fenvalerate فـــى المـــياه المغذية لأحواض الإستزراع السمكى بالمـــنطقة. أوضـــحت نتائج الدراسة أيضاً إلى أن لحوم أسماك البلطى المرباه فى هذه الأحواض الترابـــيه أحـــتوت على ٥٢٥ر٠ ملجم/كجم من مبيد الفينتروثيون وعلى ٢٦٧ر٠ ملجم/كجم من مبـــيد الفينبروباثرين فى حين أن لحوم هذه الأسماك كانت خاليه من المبيدات الثلاث الأخرى. أما بالنســـبة لأســـماك البورى المستزرعة فى نفس الأحواض فقد أحتوت على ٢٠٣ر٠ ملجم/كجم من الكاربـــاريل وعلى ٥٢٥ر٠ ملجم/كجم من مبيد الفينتراثيون. وأوضحت الدراسة إلى أنه على وجه

العمـــوم فإن أغلبية عينات لحوم أسماك هذه المنطقة أحتوت على كميات أقل من الحدود المسموح بها من المبيدات التى تم تقديرها.

العكاره : Turbidity

عندما تزداد العكاره الطينيه الى ٢٠٠٠٠٠مجم/لتر يحدث رد فعل سلوكى للأسماك ولكن معظـم الأســماك تظل حيه حتى ١٠٠٠٠٠٠مجم/لتر من عكاره الطين لمدة أسبوع أوأكثر. ولكن عـندما وصــلت عكــارة الطين فى المياه الى أعلى من ١٧٥٠٠٠مجم/لتر حدث نفوق لكميه من الأسـماك والعكــارات فى المياه الطبيعيه نادراً ماتزيد عن ٢٠٠٠٠مجم/لتر وحتى المياه الطينيه عاده يكون بها عكاره أقل من ٢٠٠٠ مجم/لتر. وتحدث العكاره نتيجه وجود جزيئات التربه السالفه والــتى نادراً مايكون لها تاثير مباشر على الأسماك ولكنها تعوق نفاذ الضوء وتحدد البناء الضوئى كما أن ترسيب جزيئات التربه قد يكون أدق من بيض الأسماك ويفسد عشائر أو تجمعات الكائنات القاعيه. العكاره بواسطة البلانكتون غير ضاره للأسماك. وقد تسهل العكاره عمليات صيد الأسماك بســبب الجزيــئات المعلقه التى تقلل رؤية الأسماك للشباك وقد تؤدى العكاره دوراً هاماً فى إعاقة نمو النباتات الغير مرغوبه فى الأحواض .

الكلورين : Chlorine

متبقيات الكلورين الحر أو المرتبط فى غاية السميه للأسماك وأقل التركيزات من متبقيات الكلوريــن الحــر الــتى تقتل ١٠٠ % من الأسماك على ٢٧° م هى ٠٫٠٢٨ مجم/لتر لأسماك Fathead Minnows ، ٠٫٠٤٧ مجـــم/لتر لأسماك الخياشيم الزرقاء، ٠٫٠٤٧ مجم/لتر للسمك الذهــبى gold fish ، ٠٫٠٤٧ مجـــم/لتر الأسماك الذهبيه اللامعه. أما تركيز Lc50 من متبقيات الكلورين الحر كانت أقل من ذلك لأسماك الخياشيم الزرقاء حيث كان هذا التركيز ٠٫٠٢١مجم/لتر علــى ٢٧°م وبالتالى إذا كانت التركيزات من متبقيات الكلورين موجوده فى المياه بالنسب السابقه تكون غير ملائمه لإستزراع الأسماك فيها .

الباب الخامس

إضافة الجير Liming

يستخدم الجير على نطاق واسع فى أوروبا وذلك بغرض زيادة إنتاج الأسماك من الأحواض الترابيه والتى تتميز بأن الطين الموجود فى أرضيتها حامضى كما وجد فى أندونيسيا أن إضافة ٢٢٠٠ كجم/هكتار من الحجر الجيرى أدت الى زيادة إنتاج إسماك البلطى من ٢٤٣ الى ٣٩٥ كجم/هكتار وبالرغم من ذلك فإن إضافة الجير بمعدل أكبر من ذلك أى بمعدل ٤٠٠٠ كجم/هكتار لم تؤدى الى زيادة إنتاج أسماك البلطى ولو أنه فى جامعة أوبورن وجد أن إضافة الجير بمعدل ٤٣٠٠-٤٩٠٠ كجم/هكتار الى الأحواض المسمده قد أدت إلى زيادة إنتاج الأسماك بنسبه ٧,٢٥ % كما وجد أن إضافة الجير بمعدل ٤٦٠٠ كجم/هكتار لأسماك ال bluegill فى الولايات المتحده أدت الى زيادة إنتاج الأسماك من ٦٦ إلى ١٣٦ كجم/هكتار بالرغم من عدم زيادة معدلات التسميد فى هذه الأحواض.

وإضافة الجير والذى يعمل على زيادة إنتاج الأسماك المرباه فى المياه الحامضيه وكذلك الماء اليسر Softwater ترجع الى العديد من التأثيرات التى تقوم بها إضافة الجير الى الماء حيث أن اضافة الجير تعمل على رفع درجة تركيز ايون الأيدروجين pH وهذا بالطبع يعمل على زيادة كمية المتاح من درجة تيسر الفوسفور المضاف إلى الاحواض . ويوضح شكل (٢٤) أن الأرثوفوسفات الذائبه فى الماء يزداد تركيزها فى الأحواض المضاف لها الجير مقارنه بالأحواض التى لم يضاف لها الجير. أما Bowling سنة ١٩٦٢ فقد أوضح أن إضافة الجير تعمل على زيادة الكائنات القاعيه benthic فى الأحواض المسمده وذلك لأنه يعمل على زيادة المتاح من العناصر الغذائيه وهذا التأثير أكبر من تأثيره على رفع درجة pH الماء وفى دراسة أخرى وجد ان اضافة الجير تؤدى إلى زيادة النشاط الميكروبى فى الطين وذلك من خلال تغير رقم ال pH الناتج عن إضافة الجير حيث تؤدى إضافته الى رفع درجة الpH. وعملية إضافة الجير تعمل على رفع درجة القلويه للماء وكذلك تؤدى هذه العمليه (رفع درجة القلويه) إلى زيادة كميات غاز ثانى أكسيد الكربون المتاح واللازم لعملية البناء الضوئى .

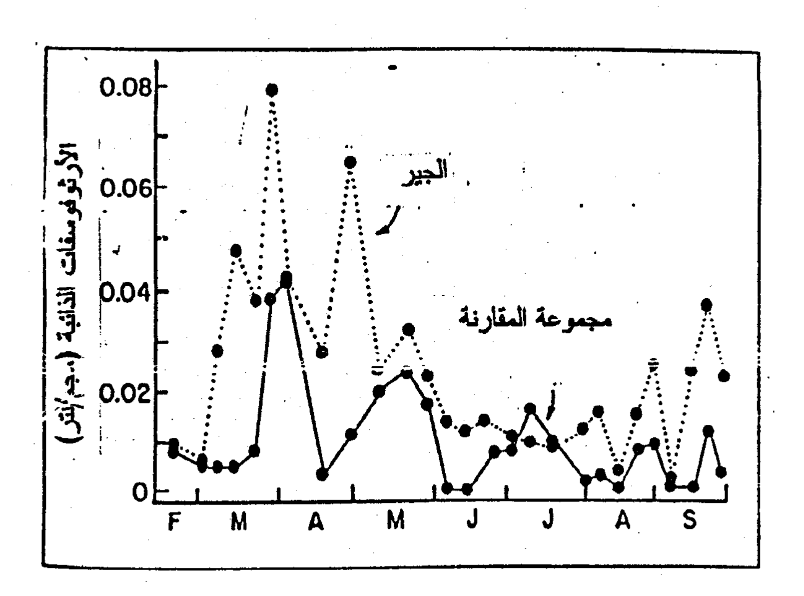
وزيادة القلويه الناتجه عن إضافة الجير تعمل على تنظيم درجة ال pH الماء وتعمل على مقاومه التغير فى رقم الpH اليومى ففى الصباح نجد أن درجة ال pH تكون مرتفعه بعد عملية إضافة الجير ولكن ونظراً للتأثير التنظيمى للبيكربونات ففى المساء نجد أن درجة الpH لاتكون

مـــرتفعه مقارنـــه بدرجـــة ال pH قـــبل إضـــافة الجير كما أن إضافة الجير تعمل على رفع درجة العسر الكلى للماء وإرتفاع درجة القلويه والعسر الكلىالناجمه عن إضافة الجير يوضحها شكل(٢٥).

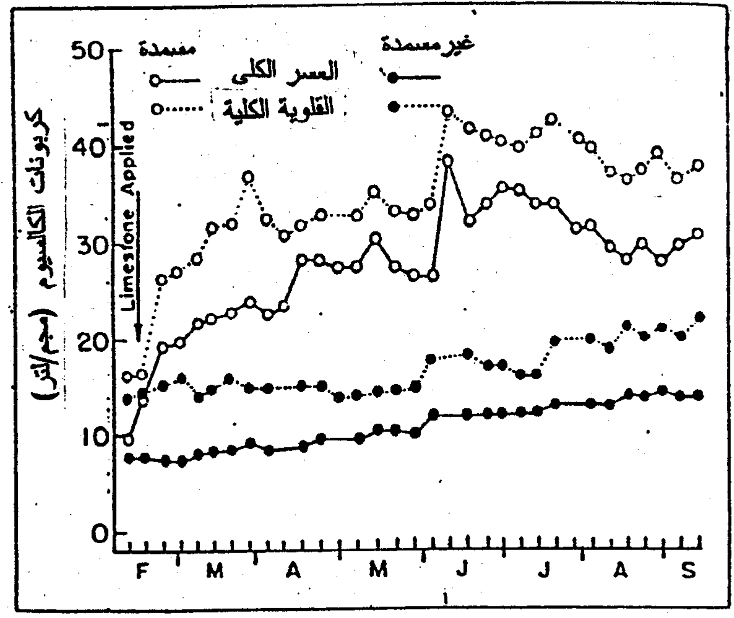
وإضـــافة الجير إلى الأحواض تعمل على جعل مياه الأحواض أكثر شفافيه حيث تعمل على خفـــض كمـــية صـــبغات الدبال ذات الأصل النباتى والتى تعمل على تقليل مرور الضوء خلال الماء والتاثير النهائى لإضافة الجير هى زيادة إنتاجية الفيتوبلانكتون والتى تعمل على زيادة نمو الأسماك .

دراسة إحتياجات الأحواض لإضافة الجير

هـــناك معلومـــات بســـيطه عـــن إستجابة الأحواض المسمده بإضافة الجير فأحواض تربية الأســـماك فـــى جورجيا والتى لها درجه عسر كلى مقداره ١٠ ملليجرام/لتر عاده ماتحتاج إلى إضافة الجـــير بجانـــب التســـميد الغـــير عضوى بينما الأحواض التى تصل درجة العسر الكلى بها الى ٢٠ مللـــيجرام/لتر نادراً ماتحتاج إلى إضافة الجير وبصفه عامه يمكن القول بأن هناك إرتباط موجب بين إضـــافة الجـــير وزيـــادة العســـر الكلـــى فى المدى المتراوح ما بين١٠-٢٠ مللجرام/لتر. ولكن هذه الإســـتجابه لاتكون واضحه فى الأحواض التى تصل درجة العسر الكلى بها الى أقل من ١٠ مجم/لتر فـــى مياه هذه الأحواض. أما الأحواض التى يقل فيها العسر الكلى عن ٢٠ مجم/لتر فان زيادة إضافة الجـــير إلـــى هذه الأحواض تعمل على رفع درجة العسر الكلى. والتوصيات التى أوصت بها جامعة الآبامـــا أوضـــحت أنه لكى يظهر أقصى تأثير لعمليات التسميد التى تقل عندها درجة العسر الكلى بها عـــن ٢٠ مجم/لتر فأنه لابد من إضافة الجير إلى مياه هذه الأحواض. بالرغم من أنه إذا كانت درجة العســـر الكلـــيه متراوحه مابين ١٢-١٨ مجم/لتر فإن زيادة إنتاج الأسماك والراجعه الى إضافة الجير فـــى هـــذه الأحواض تتراوح مابين ٢٠ – ٢٥% كما أن هناك زياده بسيطه تظهر فى إنتاج الأسماك حـــتى تصل درجة العسر الكلى الى ١٥-٢٠ مجم/لتر وإضافة الجير لاتعتبر مفيده كما أنها مكلفه فى الأحـــواض التى تقل درجة العسر الكلى بها الى أقل من ٢٠ مجم/لتر بدرجه بسيطه. والمعلومات قليله عـــن إحتياجات الجير الواجب إضافتها إلى أحواض الأسماك التى تحتاج إلى تغذيه أو التى تتحول فيها الكائـــنات الحـــيه إلـــى أغذيه للأسماك مثل أسماك القراميط فأسماك القراميط تنمو بدرجه جيده إذا ما كانت درجة العسر الكلى متراوحه بين ٥-٢٠ مجم/لتر ففى هذه الحاله فإننا لانحتاج إلى إضافة الجير لهـــذه الأحواض كما أن نفس النتائج قد تم الحصول عليها مع أنواع أخرى من الأسماك والتى تتغذى على علائق تحتوى على كميات كبيره من الكالسيوم والتى تقابل الإحتياجات الغذائيه من هذا العنصر. وبالـــرغم مـــن أنه إذا كان تركيز الكالسيوم فى الماء منخفض فإن الأسماك سوف تفرز الكالسيوم فى مياه الحوض.



شكل(٢٤): تركيزالأرثوفوسفات الذائبه فى الأحواض المضاف لها الجير مقارنه بالأحواض التى لم يضاف لها الجير.



شكل (٢٥): متوسط العسرالكلى والقلويه الكليه فى مياه الأحواض المضاف والغير مضاف إليه الجير

وأقـــل تركيز يمكن قبوله من الكالسيوم فى الأحواض والضرورى لنمو الأسماك لم يتم حسابه أو معرفـــته حتى الآن. وفى الحقيقه فإن القلويه الكليه تعتبر دليل حقيقى عن إحتياجات الحوض لإضافة الجيرعن مقياس العسر الكلى وذلك لأن بعض الأحواض ربما يكون فيها تركيزات منخفضه من العسر الكلـــى ودرجـــات عاليه من القلويه الكليه وبالعكس. فعلى سبيل المثال ففى محطات تربية الأسماك فى أمريكا وجد أن الأحواض التى لهاعسركلى مقداره ٢٠ مجم/لتر كانت القلويه الكليه ١٥٠ مجم/لتر.وهذا بالطـــبع راجـــع الى زيادة مستوى القلويه المعدنيهAlkali metal عن القلويه الراجعه الى بيكربونات الـــتربه. وفـــى بعض أنواع المياه فان الكلوريد أو الكبريتات ربما ترتبط بالكالسيوم والمغنسيوم ولذلك يحدث أن نجد أن العسر يكون أكثر من القلويه الكليه. وبالرغم من أن Boyd and Walley (1975) وجـــد أن مـــياه الأحواض فى جنوب شرق الولايات المتحده عادة ما يظهر العسر الكلى والقلويه الكليه قيماً متشابهه فإنه نادراً ما يؤخذ مقياس العسر الكلي فى الحساب وذلك عند حساب كمية الجير اللازمه لمـــياه الحوض. ومقياس العسر الكلى أكثر سهوله من مقياس القلويه الكليه وبصفه خاصه فى أحواض الإستزراع السمكى.

وفـــى كثير من الأحيان تعتبر إضافة الجير إلى الحوض هى أول الأشياء التى نفكر فيها عند التسميد الغير عضوى خاصة عندما يقل أو يصل مستواه الى المستوى الغير قادر على انتاج كميه كافيه من البلانكتون. وبالرغم من ذلك فانه يجب تقدير العسر الكلى والقلويه الكليه فى الماء قبل إضافة الجير مـــع أهمية تحليل المياه. والخبره الشخصيه لها دورها الهام فى تقرير إضافة الجير من عدمه إلى مياه الحـــوض ففى المناطق القريبه من أوبورن والآباما عاده مايضاف الجير إلى مياه الأحواض وذلك لأن التسميد عاده لايسبب إزدهار للبلانكتون ولذلك تحتاج الأحواض إلى إضافة الجير.

وفـــى إحدى المناطق وجد أن تركيز القلويه الكليه كان ٨٢ مجم/لتر وفى هذه الحاله كان من الواجـــب ملـــئ الأحـــواض بالماء وذلك لعلاج هذه المشكله حيث أن تغيير الماء يعتبر أكثر فائده من إضافة الجير فى مثل هذه الأحواض.

تفاعل كربونات الكالسيوم فى الماء Reaction of calcium carbonate in water

تســـتخدم العديـــد من المواد كمواد جيريه إلا أن كربونات الكالسيوم تعتبر مثال جيد. فثانى أكسيد الكربون الموجود فى الماء يتفاعل مع كربونات الكالسيوم كما يلى :-

$$CaCO_3 + H_2O + CO_2 \rightleftharpoons 2\ Ca + HCO_3^-$$

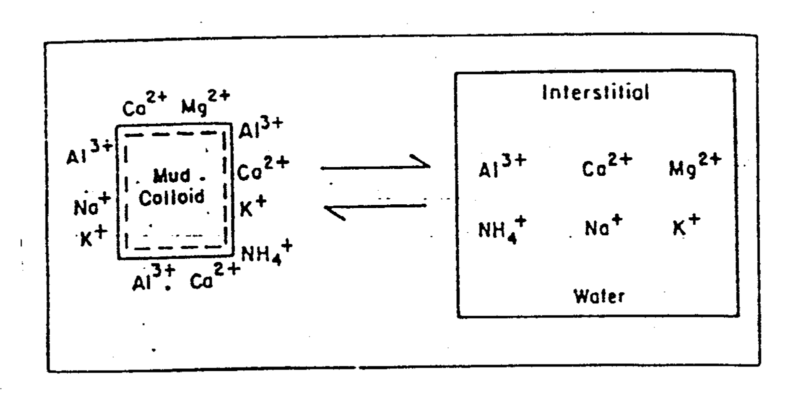
ومن المعتقد أن هذا التفاعل يحدث فى الماء وتقوم كربونات الكالسيوم فيه بمنافسة الفيتوبلانكتون فى الحصول على غاز ثانى أكسيد الكربون ومن المحتمل أن يؤدى ذلك إلى تقليل معدلات حدوث عمليات البناء الضوئى ، كما أنه عند تخلص الماء من كل غاز ثانى أكسيد الكربون فإن كربونات الكالسيوم تتفاعل مع غاز ثانى أكسيد الكربون الناتج من تحلل المواد العضويه وكذلك غاز ثانى اكسيد الكربون النافذ إلى الماء من الجو. والنتيجه النهائيه انه بعد أسابيع قليله من إضافة الجير فان تركيزات غاز ثانى اكسيد الكربون تكون اكبر عما كان فى البدايه وذلك لأن كربونات الكالسيوم تتحد مع غاز ثانى اكسيد الكربون وتمنعه من النفاذ الى الجو المحيط. كما أن كربونات الكالسيوم تعمل على زيادة تركيز الأنيونات والكاتيونات ولذلك فان إضافة الجير تعمل على زيادة العسر الكلى وكذلك القلويه الكليه كما تؤدى إلى تساوى القلويه الكليه والعسر الكلى. هذا ويمكن حساب كمية كربونات الكالسيوم الازمه لرفع العسر الكلى فى الحوض الى مستوى معين يمكن حسابها بطريقه مباشره فمثلاً إذا كان المطلوب رفع درجه العسر الكلى بإضافة كربونات الكالسيوم فى حوض مساحته ١ هكتار وعمق الماء به ١ متر والمطلوب هو رفع العسر الكلى من ٥ إلى ٢٠ مجم/لتر فإن ذلك يتطلب زيادة درجة العسر الكلى بواقع ١٥ ملليجرام/لتر أو١٥ جرام لكل متر مكعب ونظـرا لأن الحوض يحتوى على ١٠٠٠٠ م٣ فأن كمية كربونات الكالسيوم الواجب إضافتها الى مياه الحوض هى ١٥٠ كجم/كربونات كالسيوم. وبالرغم من ذلك فإن كمية أو معظم الجير المضاف سوف يتفاعل مع حموضة الطين Mud acidity ويفقد الماء .

التبادل الحمضى فى الطين Exchange acidity in muds

التبادل الكاتيونى *Cation Exchange*

إن الجسيمات الغرويه للماده العضويه وكذلك العناصر المعدنيه للطين والموجوده فى الطين Mud لها شحنه كهربيه سالبه. ولذلك فهناك حاله اتزان تتواجد بين تركيزات الكاتيونات فى الماء المحيط بجزيئات الطين وهذه الكاتيونات تدمص على الجسيمات الغرويه (شكل ٢٦) . فإذا إضيفت كميه كبيره من البوتاسيوم K^+ إلى الماء المحيط بالطمى Interstitial water كما فى النظام الموضح فى شكل (٢٦) فإن ذلك يعمل على إختلال عملية الإتزان فى تركيز الكاتيونات الحره والكاتيونات المدمصه حتى تصل الى نقطه إتزان جديده بين الأيونات الحره والأيونات المدمصه فى المحلول المائى. وبعد الوصول الى نقطه الإتزان الجديده هذه فإن التركيزات العاليه من كل هذه الكاتيونات فى المحلول وتركيزات صغيره من كل الكاتيونات ماعدا البوتاسيوم فى المحلول سوف تنتج من الغرويات بواسطة أيونات البوتاسيوم والكاتيونات

الموجـــوده فى غرويات الطين وكذلك الماء المحيط بحبيبات الطين عاده مايدمص على مواقع محدده من غرويات الطين وتسمى هذه المواقع بمواقع التبادل exchange sites وبعض الكاتيونات لها قدره إحلاليه أكـبر عــن الـــبعض الآخر وبصفه عامه فإن الايونات ثلاثيه التكافؤ عاده مايكون لها قوه إحلاليه أكبر والايونات الاحاديه يكون لها أقل قدره إحلاليه أقل. وكمية الكاتيونات والتى تدمص على غرويات الطين عـــاده ماتوضـــع فـــى صوره ملليمكافئ كاتيونات لكل ١٠٠ جرام من الطين الجاف ويطلق عليه السعه التبادليه الكاتيونيه ((CEC والسعه التبادليه الكاتيونيه ((CEC هذه تتراوح قيمها فى الأراضى الزراعيه من أقل من ١-١٠٠ ملليمكافئ/١٠٠ جرام من التربه الجافه كما نجد أن هناك اختلافات متشابهه تتواجد فـــى الطيـــن الموجود فى الحوض. والطين الموجود فى مياه الأحواض فى ولاية الاباما له سعه تبادليه كاتيونيه تتراوح مابين ٥ر٠- ٢٥ ملليمكافئ/١٠٠ جرام كما أشار Boyd(١٩٧٠)٠ والطين الذى يحتوى على نسبه عاليه من الرمل له سعه تبادليه كاتيونيه منخفضه بينما الطين الذى يحتوى على نسب عاليه من الماده العضويه عاده ما يكون له سعه تبادليه كاتيونيه عاليه.



شكل (٢٦): الإتزان بين الكاتيونات المدمصه على غرويات الطين والكاتيونات الذائبة فى الماء الداخل فى البناء interstitial water

مصادر التبادل الحمضى Sources of exchange acidity

والحموضـــه يمكن تقديرها من خلال حموضة الطين ويمكن قياسها بإستخدام جهاز قياس ال pH والذى يعطى نشاط أيون الأيدروجين فى الماء المحيط بجزيئات الطين. والطين كذلك له قدره

أو تـــبادل حمضى ناتج من الكاتيونات الحمضيه فى مواقع التبادل. وفى الحقيقه فإن كمية الأيونات إذا مـــا كانـــت أيونات الأيدروجين والحديد موجوده على أماكن التبادل تكون بسيطه. بينما أيونات الكالســـيوم والماغنسيوم والبوتاسيوم والصوديوم وكذلك الأمونيا عادة ماتكون كاتيونات قاعديه أو قلويـــة. والجزء من مواقع التبادل الكاتيونى الكلى والتى تشغل بواسطة الكاتيونات الحامضية عادة لاتصـــل إلـــى درجة التشبع. فعلى سبيل المثال فإذا كان الطين له سعه تبأدليه كاتيونيه مقدارها ٥ ملليـــيمكافىء/١٠٠ جـــرام من ا لصو د يو م ، ٢٥ر٣ ملليمكافىء/١٠٠ جرام من الألومنيوم فإن درجـــة التشـــبع تكون ٢٥ر٣ ملليمكافىء من الكاتيونات الحمضيه مقسوماً على ٥ ملليمكافىء من التبادل الكاتيونى أى يساوى ٦٥ر٠ والتبادل الحمضى للألمونيوم يمكن قياسه كما يلى:

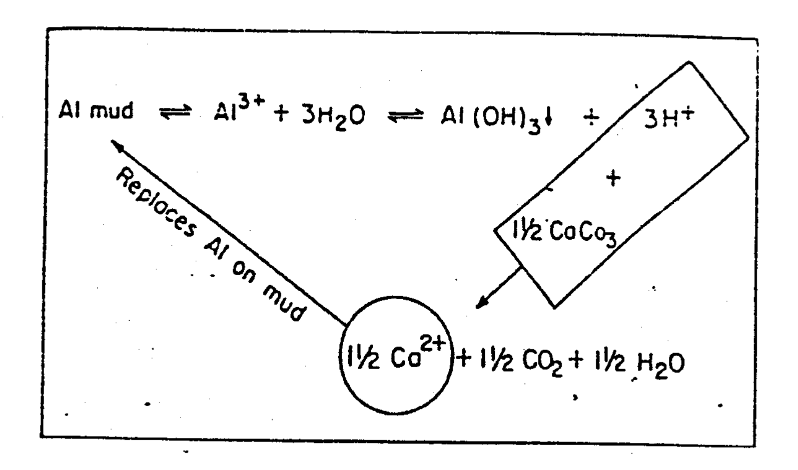
$$\text{Al-mud} \rightleftharpoons Al_3^{+} + 3H_2O \rightleftharpoons Al(OH)_3\downarrow + 3H^{+}$$

ومركـــب الألمونيوم الذى يترسب يعتبر واحد من أيدروكسيدات الألمونيوم العديده المرتبطه والـــتى نرمـــز لها بالرمز $Al(OH)_3$ ونظراً لأن أيدروكسيدات الألمونيوم توجد طبيعياً فى الطين فـــإن أيـــون الأيدروجيـــن الـــناتج فى الماء سوف يذيب أيدروكسيد الألمونيوم ويؤدى إلى زيادة تركيزالألمونـــيوم فىالمـــاء المحيط بحبيبات الطين. وأيونات الألمونيوم فى المحلول عادة ماتكون مكافـــئة لتـــبادل الألمونيوم فى مواضع التبادل الكاتيونى للطين. ومن الواضح أن كمية من أيونات الأيدروجيـــن يمكـــن أن تـــتواجد على الكاتيونات المتبادله لأن الأيدروجين فىالمحلول يتفاعل مع $Al(OH)_3$ فضـــلاً عـــن ذلك فإنه عند التعادل فإن أيونات الأيدروجين فى الماء المحيط بجزيئات الطيـــن يعتـــبر دالـــه للألمونـــيوم والتى تقدربواسطة كمية الألمونيوم الموجوده فىمواقع التبادل الكاتـــيونىالموجود فىالطيـــن. وهذا يكون متبوعاً بأن درجة ال pH للماء المحيط بجزيئات الطين عادة ماترتبط بشده بدرجات التشبع القاعدى للطين.

معادلة التبادل الحمضى Neutralization of exchange acidity

إذا ماكانـــت درجة ال pH لواحد جزء من الماء وواحد جزء من الطين الحمضى تم قياسها وأضـــيفت كمـــيه قلويه كافيه لكى تعادل الحموضه الموجوده فى الماء الموجود فى المخلوط فإن درجـــة ال pH سوف تزيد لكى تصل إلى نقطه التعادل وذلك لمدة دقيقه ولكن لاتعود مرة أخرى إلىالقـــيمه الأوليه. ولكى نقوم بإحداث تغييرات مؤقته فى ال pH فإن كميه كافيه من القلويه يجب أن تضـــاف إلـــى المحلـــول لكى تعادل التبادل للحموضه. وعملية تعادل حموضة الطين بإستخدام كـــربونات الكالسيوم يوضحها شكل (٢٧). ومعادلة أيونات الأيدروجين بواسطة إضافة كربونات الكالســـيوم يـــؤدى إلى تفاعل يشمل Al_3^{+}، $Al(OH)_3$ لكى تصل إلى المستوى الصحيح مع إنتاج

أيونـــــــات الألمونيوم Al^{+}٣ عن طريق جزيئات الطين الغرويه وترسيب أيدروكســيد الألمونيوم $Al(OH)$٣ إلــى الطيــن. وأيونات الكالسيوم الناتجه بفعل الأيدروجين وكربونات الكالسيوم تحل محــل الألمونــيوم Al^{+}٣ فى غرويات الطين. هذا التأثير نجد فيه أن أيونات الأيدروجين الموجوده فــى المــاء المحــيط بحبيبات الطين تتعادل مسببه بذلك إرتفاع فى درجة ال pH كما أن التبادل الحمضى للطين يقل وذلك لأن إحلال الألمونيوم Al^{+}٣ بواسطة أيونات الكالسيوم Ca^{+}٢ تقلل درجة عدم التشبع.



شكل (٢٧): عملية تعادل حموضة الطين بواسطة كربونات الكالسيوم

طريقة بسيطه لحساب احتياجات الجير :- Simplified Lime Requirement procedure

إن الطــريقه التى تستخدم لحساب إحتياجات الجير والتى سبق وأشرنا إليها تحتاج إلى معرفه الســعه التبادليه الكاتيونيه للعينه. وقياس السعه التبادليه الكاتيونيه عمليه معقده وذلك لحساب إحتياجات الجير والتى تم تعديلها وتطويرها بواسطة Evans (1962)&Adams . ويحدث تغير فى رقم الpH عــند إضــافة كمــيه معلومــه من التربه الى محلول منظم والذى يستخدم فى معرفة وقياس التبادل الحامضــى للــتربة. وكــل تغــير فى رقم الpH بواقع ١ر٠ درجه فى ٢٠ مل من المحلول المنظم (Adams–Evan) يقــابل ٠٨ر٠ ملليمكافــئ مــن/ حموضة التربه. فعلى سبيل المثال إذا كان وزن

التربه المستخدم ١٠ جرام استخدام ٢٠ مل من المحلول المنظم حتى يقل رقم ال pHمن ٨-٥ ر٧ فإن التــبادل الحمضى Exchange acidity فى هذه الحاله هو ٤ ملليمكافئ/١٠٠ جرام (٨٠ر٠ملليمكافئ أيونــات الأيدروجين لكل ١ر٠ وحده تتغير فى رقم ال pH ×٥ (١ر٠ وحدة تغير فى رقم ال pH × ١٠٠ جــرام ÷ ١٠ جرام من التربه). كما أن درجة عدم التشبع القاعدى لهذه العينه يجب ان تقدر مــن درجة ال pH لعينة الماء الأولى وذلك فى صوره قيمه لعدم التشبع القاعدى وذلك للحصول على درجــة ال pH المطلوب. ومن هذه البيانات فان كمية الحموضه اللازمه للمعادله لكى تعطى درجه ال pH يمكن حسابها من المعادله التاليه :-

عدد الملليمكافئات المراد معادلتها =

ســعة التــبادل × (كمية القلوية الأولية فى حالة عدم التشبع – كمية القلوية الكطلوبة لعدم التشبع/كمية القلويه الأولية فى حالة عدم التشبع)

والمعـــامل الـــذى يضرب فى التبادل الحمضى Exchange acidity يعبر عنه بواسطة الجزء من التبادل الحمضى اللازم للتعادل وذلك للحصول على درجة الpH المرغوبه. ولكى نوضح هذه النقطه فاذا مارغبنا فى إضافة الجير الى التربه الزراعيه وذلك لتغيير رقم ال pH من ٥ر٦ بحيث يصبح٢ر٥ فــان درجــة الpH الأولى توضح أن درجة عدم التشبع القاعدى Base unsaturation هى ٦٥ر٠ بيــنما عند درجة pH = ٥ر٦ فان هذه الدرجه هى ٢٥ر٠ فاذا استخدمنا ١٠ جرام من عينه التربه وأدت هــذه العينه الى تغير رقم ال pH بواقع ٧وحدات لحجم مقداره ٢٠ مل من المحلول المنظم فى هذه الحاله نجد أن الحموضه الازمه للمعادله يمكن حسابها بسهوله كما يلى :-

عدد الملليمكافئات المراد معادلتها = ٠٨ر٠ x ٧ x (٦٥ر٠ – ٢٥ر٠)/٦٥ر٠ =٣٤ر٠

وهــذه المعادــله والتى حسبت على أساس ١٠ جرام من التربه يمكن تحويلها الى كجم من كربونات الكالسيوم / هكتار

كما يلى :-

كمــية كــربونات الكالســيوم (كجــم) = ٣٤ر٠ ملليمكافئ أيدروجين x ٥٠ مجم كربونات الكالسيوم/ ملليمكافئ x ١٠٠٠ جم/١٠ جم = ١٧٠٠ مجم.

وأخــيرا وعــند ضــرب ال Liming factorوهو ٥ر١ فى هذه القيمه نحصل على كميه الجــير اللازمه وهى ٥٦١٠ كجم /هكتار. وفى النواحىالعمليه فان قيم إحتياجات الجير يجب حسابها وذلــك لكل الإحتمالات المختلفه لدرجات الpH لعينات الماء والتربه وكذلك درجات الpH للمحلول المــنظم والمحلول المنظم لدرجة الpH للتربه يجب إستخدامها حيث أن استخدامها يفضل عن استخدام

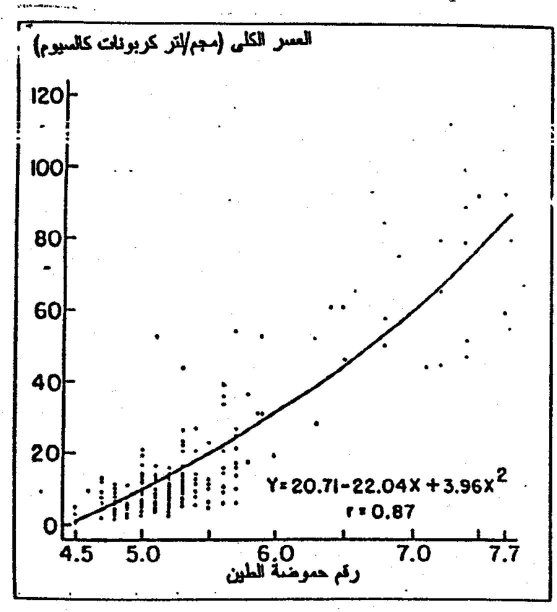
التغــير فى رقم ال pH للمحلول المنظم وذلك لأن المحلول المنظم يتم إعداده على درجة pHمقدارها ٨ . وجــداول احتياجات الجير يجب إعدادها وذلك للحصول على قيم الpH المرغوبه فضلاً عن ذلك فــان نفس التربه يجب أن تستخدم كمقياس لدرجة ال pH وكذلك درجة ال pHللمحلول المنظم كما أشار الى ذلك Evans (1962) &Adams.

احتياجات الجير اللازمه لطين الأحواض Lime requirement of pond mud

تعديل طريقه Adams-Evans Modification of Adams – Evans procedure

إن طــريقه Adams-Evans والــتى تســتخدم لحســاب إحتياجات الجير للاراضى الزراعيه عاده ما تســتخدم لــتقدير إحتــياجات الجــير اللازمــه للطيــن الموجــود فــى مياه الاحواض التى تربى فيها الأسماك (wingle,1969) وبالــرغم مــن أن الجير يضاف إلى أحواض الأسماك وذلك لرفع العسر الكلى وكذلك القلويه الكلــيه للماء بحيث تكون اكبر من ٢٠ مجم/لتر عن استخدمها فى رفع درجة الpH وذلك للطين لمستوى معين. ولقــد قام Boyd (1974) بدراسه واسعه على الطين ولكمياء الماء للأحواض الموجوده فى ولاية الآباما وذلك لــتطوير الطــريقه السابقه لتقدير إحتياجات الجير الازمه للاراضى وفى هذه الدراسه وجد Boyd أن العسر الكلى لمــياه الأحواض قد ارتبطت مع درجة الpH للمياه والطين (١:١) كما هو موضح فى شكل (٢٨). وعندما تزيد درجــة ال pH للمــاء والطيــن لتصل الى ٥ر٩ فان العسر الكلى فى هذه الأحواض سوف يزيد الى ٢٠مجم/لتر. ولذلــك فاذا كان الطين الجاف والماخوذ من الحوض له درجه pH مقدارها اكبر من ٥ر٩ ففى هذه الحاله لاينصح باضــافة الجــيرللحوض كمــا أنــه اذا انخفض العسر الكلى فى مياه الأحواض عن ٢٠مجم/لتر فان ذلك يتطلب إضــافة الجير لهذه الأحواض كما لوحظ كذلك أن العسر الكلى لمياه الأحواض يرتبط بدرجه كبيره مع عدم التشبع القــاعدى Base unsaturation للطيــن (شكل ٢٩) وهذا يوضح أن الإنخفاض فى درجة التشبع القاعدى للطين عــند إضــافة الجــير من المتوقع أنها تعمل على رفع درجة القلويه الكليه والعسر الكلى لمياه هذه الأحواض. وإذا كانــت الأحواض لها درجة عدم تشبع قاعدى مقدارها ٢ر٠أو أقل فان المياه فى هذه الحاله لها عسر كلى أكبر من ٢٠مجــم/لــتر وأخيراً فان العلاقه بين درجة الpH للمياه والطمى وعدم التشبع القاعدى وذلك للطين الموجود فى الحــوض تكــون معنويه جداً ولكن معادله هذه العلاقه تختلف عن تلك التى تم الحصول عليها وذلك فى الأراضى الزراعــيه. وهــذا ناتج لأن طين الحوض يحتوى على ماده عضويه أكبر وكذلك له سعه تبادليه كاتيونيه أكبر من تلــك الموجــوده فــى عينات التربه الزراعيه التى استخدمها Evans (1962)&Adams .وقيم احتياجات الجير لأحــواض الأســماك فــى ولايــة الآباما يجب أن تعبر عن كمية كربونات الكالسيوم الازمه لرفع درجة الpH الموجــوده فــى الطين الى ٥ر٩ ولذلك فان درجة عدم التشبع القاعدى تكون٢ر٠ أو أقل كمان العسر الكلى للماء يكــون أكــبر مــن ٢٠مجم/لتر. ومعادلة درجة الpH للمياه والطمى فى مقابل درجة عدم التشبع القاعدى يمكن

إســتخدامها فى عمل جدول لتقدير إحتياجات الجير الازمه لأحواض تربيه الأسماك كما أن طريقه تقدير إحتياجات الجــير للاحــواض تم شرحها فى الأجزاء التاليه من هذا الكتاب. ومن المفترض أن الجير يتفاعل على عمق ١٥ ســم مــن الطين وهذه الطبقه التى سمكها ١٥ سم من الحوض الذى مساحته ١ هكتار تزن ٢ر٢ × ١٠^٦ ولقد وجد أن الحجر الجيرى لايتفاعل إلا على عمق ١٥ سم (جدول ٦)



شكل (٢٨): تأثير درجة حموضة الطين على العسر الكلى ((Boyd, 1974)

جــدول (٦): مقارنه بين عدم التشبع القاعدى ودرجة الـpH للطين فى عينات الطين المأخوذه على أعماق مختلفه من ٧ أحواض مضاف اليها جير ، ٧ أحواض لم يضاف اليها الجير

عمق طبقة الطين بالسنتيمتر	عدم التشبع القاعدى للطين		درجة الـpH للطين	
	غير مسمد	مسمد	غير مسمد	مسمد
٠ – ٥	٣٤ر٠	١٨ر٠	٦٠ر٥	٥٠ر٦
٥ –١٠	٤٢ر٠	٣٥ر٠	٦٢ر٥	٨٥ر٥
١٠–١٥	٤٥ر٠	٤٠ر٠	٦٨ر٥	٧٩ر٥
١٥–٢٠	٤٩ر٠	٤٣ر٠	٦٨ر٥	٧٧ر٥
٢٠ –٢٥	٥٢ر٠	٤٧ر٠	٦٣ر٥	٧٥ر٥

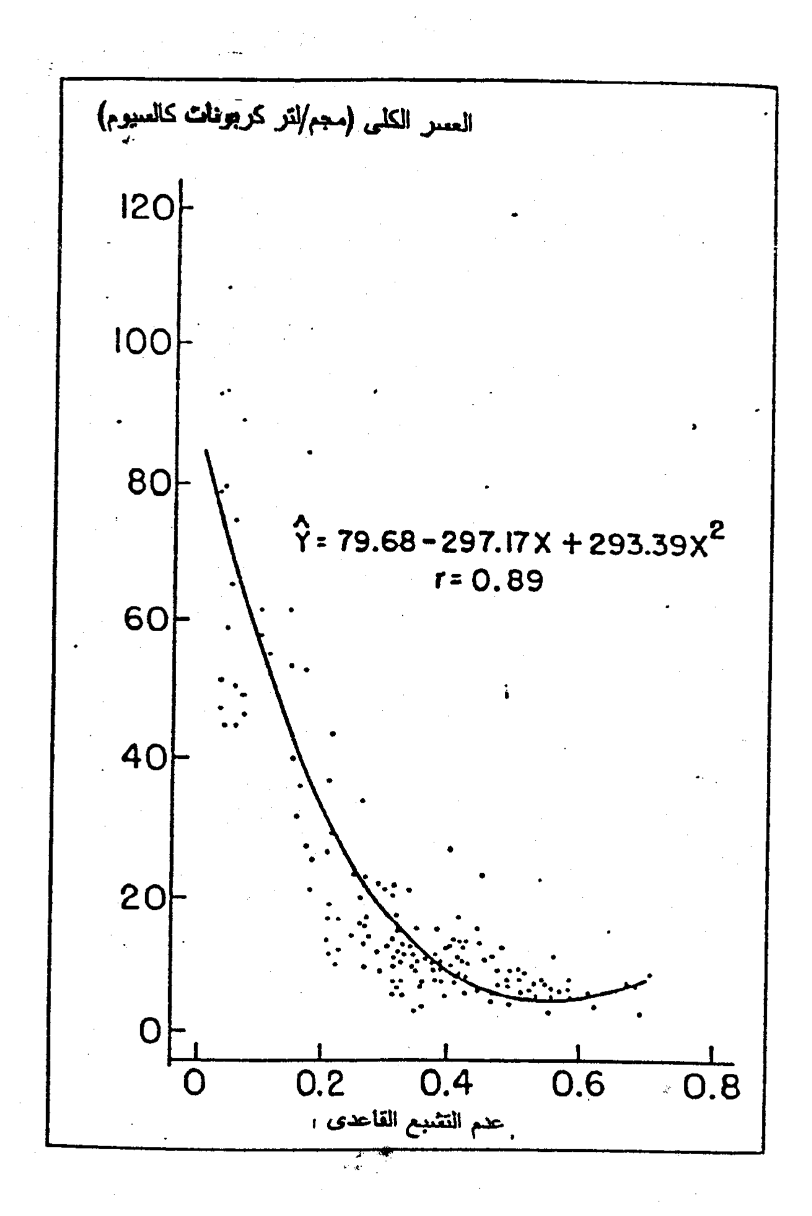
إحتياجات الجير للعينات المأخوذه على أعماق مختلفه

Lime requirement of samples from different depths

إن احتياجات الجير للأراضى الزراعيه وكذلك للطين ترتبط بالجزيئات الغرويه لمعادن الأرض والطين وكذلك الماده العضويه بخلاف حالة الرمل والسلت وذلك لأن هذه الجزئيات الغرويه لها شحنات سالبه وذلك لإدمصاص الكاتيونات. وفى أحواض تربية الأسماك فالجزيئات الموجوده فى أعماق مختلفه لمياه الحوض تحتوى على نسب بسيطه من الرمل ونسب كبيره من السلت والطين والتى تتواجد فى الطين العميق (شكل ٣٠) حيث أن الرمل يتواجد فى المناطق الضحله أما السلت والطين فانه يبقى فى صورة معلق أما المواد العضويه فانها تتراكم وتتجمـــع فى الماء العميق بدرجه أكبر عن وجودها فى المناطق الضحله. وعمليات تحلل المواد العضويه تعتبر عمليات بطيئه جداً تحت الظروف اللاهوائيه أثناء الشهور الحـــاره. والمحصـــله النهائيه هى إختلافات فىأحجام الجزيئات أوإختلاف فى توزيع الجزيئات مختلفة الحجم وكذلك الماده العضويه لعينات الطين فى المناطق العميقه من الأحواض (جدول ٧). والإختلافات فـــى إحتياجات الجير تحدث أيضاً فى العينات التى تؤخذ من نفس العمق من مناطق مختلفه من القطاع الرأسى فى نفس الحوض. ولذلك فان العينات يجب أن تؤخذ بطريقه عشوائيه وبأحجام ثابته من مناطق عديده ولكن لها نفس الحجم وذلك لتكوين عينه واحده وهى التى تستخدم فى حساب إحتياجات الجير.

جدول (٧): إحتياجات الجير اللازمه للطين على أعماق مختلفه فى الحوض.

العمق بالمتر	احتياجات الجير كجم / هكتار		
	الحوض الأول	الحوض الثانى	الحوض الثالث
٠,١٠	٦٠٠	٧٠٠	٩٠٠
٠,٣٣	٨٠٠	٥٠٠	٩٠٠
٠,٦٦	١٣٠٠	٦٠٠	١٥٠٠
١,٠٠	٢٨٠٠	٢١٠٠	١٨٠٠
١,٣٣	٣٠٠٠	٣٣٠٠	٢٦٠٠
١,٦٦	٣١٠٠	٣٦٠٠	٣٥٠٠
٢,٠٠	٣١٠٠	٣٨٠٠	٤٠٠٠
٢,٣٣	--	٣٨٠٠	٤٣٠٠
٢,٦٦	--	٣٧٠٠	٤٣٠٠
٣,٠٠	--	٣٦٠٠	٤١٠٠



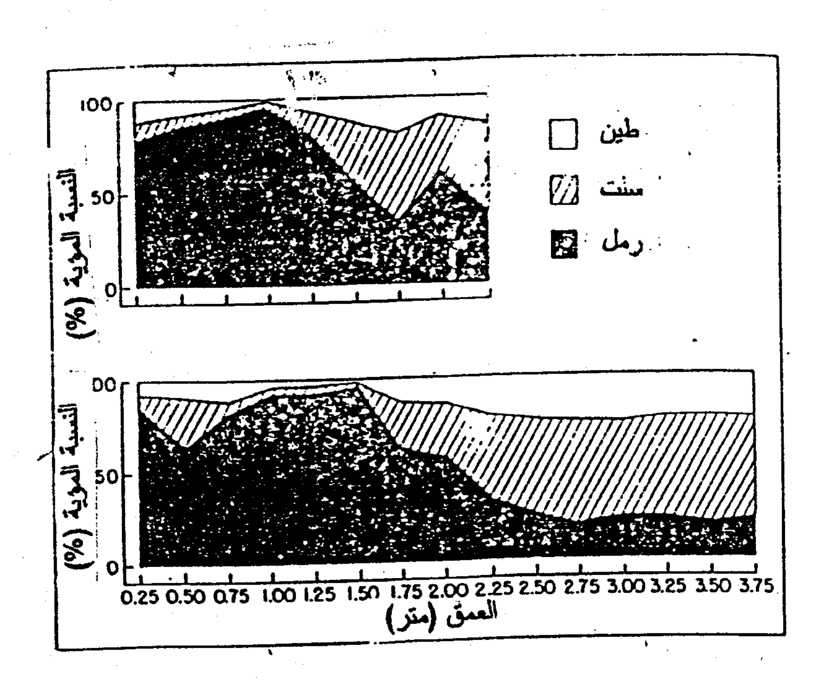
شكل (٢٩): تأثير عدم التشبع القاعدى على العسر الكلى فى المياه (Boyd, 1974)

الفعاليه Effectiveness

إن فعالـــيه الـــتطوير الذى تم على طريقة Adams – Evans وذلك لتقدير إحتياجات الجير للأحـــواض تـــم تقيميها على أربعة مجاميع أحتوت كل مجموعه على ثلاثة أحواض (Boyd 1976) وفـــى هـــذه الدراســـه وجد أن إحتياجات الجير للأحواض الموجوده فى كل مجموعه كانت متشابهه وبالـــرغم من ذلك كانت الإختلافات ظاهره وواضحه. وفى كل الاحواض كانت قيم العسر الكلى تزيد عـــن ٢٠ مجـــم/لتر بعد مرور ٦ شهور بعد إضافة الجير. وكانت قيم العسر الكلى كبيره بعد إضافة الجـــير فـــى الأحـــواض ذات الإحتياجات الجيريه العاليه مقارنة بالأحواض ذات الإحتياجات الجيريه الأقـــل. وفى تجربه أجريت فى وحدة أبحاث الأسماك فى جامعة أوبورن أستخدم ٥٢ حوض والتى تم إضافة الجير لها بالمعدلات التى تم توضيحها بالطريقه السابقه المعدله وكان العسر الكلى فى مياه هذه الأحواض بعد مرور ٦ شهور على إضافة الجير ذو قيم متراوحه مابين ١٧,٥-٤٨ مجم/لتر. وكانت قيم العسر الكلى فى كل الأحواض (ما عدا خمسة أحواض) أكبر من ٢٠ مجم/لتر حيث أن الجير قد فقـــد فـــى الخمسه أحواض التى انخفض فيها العسر وهذه النتائج موضحه فى جدول (٨). كما كانت درجة ال pH فى الطين فى الأحواض التى أضيف لها الجير متراوحه ما بين ٦-٧ وإحتياجات الجير الـــتى بينـــت فـــى هـــذه الطريقه تستخدم فى المزارع الخاصه فى الجنوب الشرقى للولايات المتحده الامريكـــيه. وهذه الطريقه مناسبه لتقدير إحتياجات الجير وذلك بغرض رفع درجة العسر الكلى الى أكثر من ٢٠ مجم/لتر وذلك فى حالة عدم حدوث فقد سريع للماء من الأحواض.

جدول (٨): العسر الكلى فى الأحواض بعد مرور ٦-١٢ شهر من إضافة الجير وكان العسر الكلى للأحواض ٥-١٢ مجم /لتر قبل اضافة الجير.

العسر الكلى (مجم/ لتر كربونات كالسيوم)	عدد الأحواض
١٧ر٥-١٩ر٩	٥
٢٠ر٠-٢٩ر٩	٢١
٣٠ر٠-٣٩ر٩	١٧
٤٠ر٠-٤٨ر٠	٩



شكل (٣٠): التحليل الميكانيكى للأراضى المأخوذه على أعماق مختلفه فى حوضين فى الآباما (Boyd, 1976)

وطـــريقة تقديـــر إحتـــياجات الجير هذه تستخدم على نطاق واسع فى جنوب شرق الولايات المـــتحده ولكـــن لايمكن إستخدامها فى معظم الأحواض الموجوده فى المناطق الحاره. فللحصول على نـــتائج جـــيده فان القائمين بهذه العمليه فى المناطق الأخرى عليهم القيام بايجاد العلاقه بين درجة عدم التشبع القاعدى ودرجة ال pH للطين لمجموعه من الأحواض والتى تعطى أوتقابل درجة العسر الكلى ٢٠ مجـــم/لتر وهذه البيانات تستخدم فى إعداد جدول لتحديد إحتياجات الجير وفى مناطق أخرى يمكن للقائمين بهذه العمليه إستخدام طريقة Yuan والتى أستخدم فيها المحلول المنظم وذلك لتحديد إحتياجات الجـــير للاحـــواض حيـــث أن هذه الطريقه لا تحتاج إلى إيجاد العلاقه بين درجة الpH ودرجة عدم التشـــبع القـــاعدى للطين. مع ملاحظة أن كلا الطريقتين لاتصلح لتقدير إحتياجات الجير فى الأراضى الحامضيه والتى يحدث فيها أكسده للمواد المحتويه على الكبريت.

إضافة الجير الى الأحواض Application of lime to ponds

أنواع المواد الجيريه Type of liming material

يعتبرالحجر الجيرى أو كربونات الكالسيوم أكثر المواد الجيريه الشائعه الأستخدام CaCO ٣وكذلــك كــربونات الماغنسيوم Mg(CO)٣، وكذلك ايدروكسيد الكالسيوم Ca(OH)٢ وكذلك أكسيد الكالســيوم CaO والمواد الجيريه تختلف فى قدرتها على معادلة الحموضه. فكربونات الكالسيم النقيه تعتــبر مــادة قياســيه والــتى عن طريقها يتم قياس فعالية المواد الجيريه الأخرى . فالقيمه التعادليه لكربونات الكالسيوم هى ١٠٠% وبالنسبه لـCa mg(CO)٣ هى ١٠٩ %، Ca(OH)٢ هى ١٣٦ %، Cao وهــى ١٧٩ % . وفــى النواحى العمليه نجد أن المادة الجيريه عاده لا تكون من مركبات نقيه ولذلــك فقيمــتها التعادليه يجب أن تحدد بواسطة التحليل الكيميائى وبصرف النظر عن القيمه التعادليه فــان الحجــر الجيرى والذى طحن بدرجه كافيه لكى يمر خلال شبكه ســعة تقويها ٦٠ mesh فان هــذه المــاده المطحونه لها فعاليه محدوده فى معادلة الحموضه وهذا راجع لأن سطح جزيئات الحجر الجــيرى تــتفاعل مــع الحموضه ولكن عملية الطحن تؤدى الى تقليل حجم الجزيئات. ويعتبر الحجر الجــيرى هــو الماده التى ينصح باختيارها فى أحواض تربية الأسماك فاذا استخدمنا كميات كبيره من أيدروكســيد الكالســيوم أو أكسيد الكالسيوم فان ذلك يؤدى الى خفض درجة الـpH الى الدرجه التى تقــتل الأســماك. واذا لم تحتوى الأحواض على الأسماك فينصح باضافة أكسيد وأيدروكسيد الكالسيوم كمــواد جيريه وذلك لتوفير الوقت اللازم لخفض رقم الـpH الى المستوى المرغوب وذلك قبل وضع الأسماك فى الأحواض .

وقت الإضافه Time of application

إن المعامله بالجير لها تاثيرات غير مرغوبه فى صفات المياه فمعظم المواد الجيريه لاتذوب بســرعه وتظــل فــى صوره معلقه فى ماء الحوض حيث تتفاعل الفوسفات معها وتفقد من المحلول. ويــرتفع رقــم ال pH وتنفرد كميه معقوله من ثانى اكسيد الكربون وبالرغم من ذلك فانه بعد مرور أســابيع قلــيله نجد أن المواد الجيريه تتفاعل مع الطين وتعمل على زيادة درجة الـpH للطين وتشجع على إتاحة الأسمده الفوسفاتيه فى الحوض وتتفاعل كذلك مع غاز ثانى اكسيد الكربون ويؤدى ذلك الى زيــادة القلويــه وزيادة تركيز غاز ثانى اكسيد الكربون. وفى المناخ الحار تضاف المواد الجيريه فى الشــتاء بيــنما فى المناطق الأستوائيه والشبه استوائيه تضاف المواد الجيريه قبل إضافة الأسمده الغير عضــويه بعدة اسابيع أما الأحواض التى تحتوى على تركيزات عاليه من الماده العضويه فان إضافة

المـــواد العضويه أثناء التسميد تسرع من ثبات صفات المياه بعد إضافة الجير الى المياه. ويحدث هذا التاثـــير نظراً لأن ثانى أكسيد الكربون الناتج بالإضافه الى الناتج من تحلل المواد العضويه تعمل على تكويـــن محلول كربونات الكالسيوم. وهذا يمنع أيونات الكربونات من أن تتواجد فى تركيزات مناسبه فـــى الماء مؤدية بذلك إلى خفض رقم الpH. وفى بعض الأحواض فان ترسيب العكاره الغرويه من المـــياه والتى تحدث بعد إستخدام الجير يعمل على تشجيع نمو النباتات المائيه الغاطسه والماء الصافى عاده ماتحدث به مشاكل مؤقته والتى تضبط بواسطة عكارة البلانكتون الناتجة بعد إضافات بسيطه من التسميد الغير عضوى. وعملية التسميد لا تعمل على زيادة إنتاجية الحوض اذا لم يتبع برنامج مناسب للتسميد بعد عملية إضافة الجير.

طرق الإضافه Method of application

إن الأحـــواض الجديـــده من الأفضل أن يضاف لها الجير قبل ملؤها بالماء وإحتياجات الجير للأراضى المأخوذه من قاع الحوض الجديد يجب أن يتم تقديرها فى عينه ممثله تعبر بدرجه كبيره عن قاع الحوض. وتحسب كميه الجير اللازمه للحوض وتنثر على قاع الحوض أما فى الأحواض القديمه والـــتى تحـــتوى على المياه فان أفضل نتيجه يمكن الحصول عليها وذلك بنثر المواد الجيريه على كل ســـطح الحـــوض. وفى الأحواض الصغيره والتى تحتاج الى كميات كبيرة من الجير ففى هذه الحاله يمكـــن رش الحجـــر الجيرى باستخدام قارب بموتور والذى يتحرك فوق سطح الماء والكميات الغير معـــبأه من الحجر الجيرى Bulk Limestone أقل تكلفه من المعبأ منه Bagged Limestone كما يمكـــن إســـتخدامه عندما نحتاج الى كميات كبيره من الحجر الجيرى وأبسط طريقه لرش كميات من الحجـــر الجـــيرى الغير معبأ Bulk Limestone وذلك بتعليق لوح خشبى على شكل صندوق فى نهايـــه قـــارب كبير أو تعلق بين قاربين صغيرين كما هو واضح فى شكل (٣١). أما بالنسبه لأكسيد الكالسيوم وكذلك هيدروكسيد الكالسيوم فانه يمكن خلطها وإذابتها فى الماء فى تانك فى قارب ثم تضخ بعـــد ذلك الى الحوض. وبهذه الطريقه يمكن نثر الحجر الجيرى على أجزاء الحوض المختلفه وإذا لم نســـتطيع أن نـــرش الجـــيرعلى جميع أجزاء الحوض فان يمكن وضع المواد الجيريه هذه على الماء الضـــحل الموجود على حافة الحوض وبالرغم من أن هذه الطريقه لا تحتاج الى عمالة كبيرة إلا أنها غير فعاله وذلك عند إستخدامها فى إضافة الجير الى الأحوض الكبيرة.

تأثير بقايا الجير المضاف للحوض :- Residual effects of liming

بالـــرغم من أن معظم الأحواض تفقد الماء عن طريق الصرف والرشح ففى تجربه أجريت فى الأحواض والتى تم صرف الماء منها بمعدلات مختلفه وجد أن إضافة السماد لم تكن كامله الفعاليه وذلـــك فـــى الأحواض الصغيره والتى يبقى الماء فيها ٣ أسابيع. وفى أربعة أحواض أخرى إنخفضت فـــيها قيم العسرالكلى بدرجه ملحوظه خلال عام واحد من إضافة الجير ولكنها ظلت عند مستوى ٢٠ مجم/لتر لمدة تصل الى ٣ سنوات بعد إضافة الجير إلى هذه الأحواض وهذه الأحواض كانت تصرف منها المياه صرفاً سطحياً فى أثناء الفترات التى يحدث بها أمطار غزيره. والإنخفاض فى العسر الكلى فـــى المـــياه فـــى فصـــل الربيع قد سجل فى خمسة أحواض من السته كان لها عسر كلى مقداره ١٢٠ مجم/لتر أما التى تم تسميدها فى الشتاء وفى الخريف التالى تم صرف هذه الأحواض ثم تم ملؤها مره أخـــرى بالمـــاء وبعـــد ثلاثـــه أشهر من عمليه إعادة الملئ بالماء كان العسر الكلى للماء فى الحوض مـــتراوحه بيـــن ٢ر١٩-٤ر٣٨ مجـــم/لتر وهناك طريقه بسيطه لإضافة الجير فى الأحواض التجريبيه (٤٠ر٠ هكتار) والتى يتم صرف ماؤها سنوياً عند صيد الأسماك ففى هذه الطريقه تضاف كميه كافيه مـــن الحجـــر الجيرى(١١٢٠ كجم/هكتار) كل عام ثم يعاد ملئ الأحواض مره أخرى وهذه الكميه من الحجـــر الجـــيرى تعـــادل ٢٥ر٠ من إحتياجات الحجر الجيرى الأوليه اللازمه للأحواض وهذه الكميه فعالـــه جداً فى رفع العسر الكلى فى الأحواض وكذلك رفع درجة القلويه الكليه وكذلك درجة ال pH الـــى المستوى المطلوب وهذه الطريقه بسيطه نظراً لأنها لاتحتاج الى تقدير إحتياجات الجير كل عام بهذه الأحواض وكذلك بعد إضافة الجير للمره الأولى. وينصح بإضافة كميه بسيطه من الحجر الجيرى كل عام الى هذه الأحواض .

الأراضى والطين الحمضى نتيجة وجود الكبريتات Acid Sulfate Soils and Mud

إن مشـــاكل إنـــتاج حمض الكبريتيك من أكسدة السلفويد Sulfide فى طين القاع وفى المياه الموجوده فى الظل لوحظت فى بعض الأحواض ومثل هذه الأحواض تتميز بأن قيم الpH لها يصل الـــى ٥ر٤ أو أقـــل من ذلك بالإضافه إلى زياده تركيز الألمونيوم الذائب والمنجنيز والحديد ومثل هذه البيـــئه غير ملائمه لنموإنتاج الأسماك. والكفاءه الحمضيه للسلفويد تجعل الطين له كفاءه تبادليه أكبر عـــدة مرات عن الطين العادى فىالأراضى الزراعيه الا أنه لا يمكن قياس الكفاءه الحمضيه للسلفويد بواســـطة تقديـــر إحتياجات الجير وهذه الطريقه موضحه فيما بعد فى هذا الكتاب . وحتى الأن لم يتم تقيـــيم كفاءه طريقه تقدير إحتياجات الجير فى الأراضى أو تربه أحواض الأسماك التى تتميز أراضيها بأنها حمضيه.



شكل (٣١): نثر الجير فى أحواض الأسماك

الباب السادس

التسميد Fertilization

العناصر الغذائيه الغير عضوية Inorganic nutrients

وتضـــاف هـــذه العناصر الغذائيه الى الأحواض وذلك لتسميدها بغرض زيادة إنتاج الأسماك حيث أن هذه العناصر تعمل على زيادة نمو البلانكتون ونظراً لأن إنتاج البلانكتون يعتمد على الفوسفور وكذلـــك الأســـمده الفوســـفاتيه لذلك فان الفوسفور والفوسفات تستخدم على نطاق واسع فى إستزراع الأســـماك. تضـــاف الأســـمده النتروجينـــيه والبوتاسيه مع الفوسفور وذلك لزيادة محصول الأسماك. والأســـمده المستخدمه فى تسميد أحواض تربيه الأسماك هى نفسها التى تستخدم فى المحاصيل الحقليه وتســـمى بالعناصر الأوليه فى الأسمده. كما أن درجة السماد Grade of fertilizer تشير الى النسب الوزنيه من النتروجين والفوسفور (P_2O_5) والبوتاسيوم (K_2O) فعلى سبيل المثال فان السماد الذى له درجـــه ٢٠-٢٠-٥ يحتوى على ٢٠% نتروجين ، ٢٠ % P_2O_5، ٥% K_2O . والعناصر الغذائيه الأوليه فى هذه الأسمده عاده ماتتواجد فى صور بسيطه أو فى صورة مركبات بسيطه والتى تتأين لكى تعطى أيونات كل من ال NO_3 ، NH_4 ، H_2PO_4 ، HPO_4^{-2} أو البوتاسيوم والكالسيوم والماغنسيوم وكذلـــك الكبريـــت والـــتى تسمى بالعناصر المغذيه الثانويه . أما العناصر النادره مثل النحاس والزنك والبورون والمنجنيز والحديد والموليبدنيوم فانها يجب أن تتواجد بكميات ضئيله فى هذه الأسمده ولذلك تسمى بالعناصر الصغرى أو الثانويه.

الأسمده الكيميائيه Chemical fertilizers

أولاً: العناصر الاكبرى أو الأوليه Macro or primary nutrients

١- الفوسفور phosphorous

ويعتـــبر الفوســـفات الصـــخرى Rock phosphate هو المصدر الرئيسى للفوسفور وذلك لتصنيع الأسمده. ويتواجد هذا العنصر فى صور عديده وأول هذه الصور هى Fluoroapatite والذى لـــــــه صـــــيغه عامـــه هى $[Ca_3\ (PO_4)_2]_3$ وكذلك Ca_2F وهو صوره بديله ويتواجد الأباتيت apatite فـــى أماكن عديده ويستخدم كمركبات فوسفاتيه زراعيه. ونظرا لقلة ذوبان الأباتيت لذلك فان

هـــذه المـــاده لها قيمه سماديه منخفضه. ويجب معاملة هذا المركب بحمض الكبريتيك H_2SO_4 وذلك لتكوين فوسفات الكالسيوم الأحاديه الذائبه طبقا للتفاعل التالى :-

$$[Ca_3 (PO_4)_2]_3\ 3.CaF_2 + 7 H_2SO_4 \longrightarrow 3 Ca (H_2SO_4)_2 + 7 CaSO_4 + 2 HF$$

والمركـــب الـــناتج مـــن هذا التفاعل وهو السوبر فوسفات عباره عن خليط من $Ca (H_2SO_4)_2$ وكبريـــتات الكالسيوم $CaSO_4$ (الجبس) كما يحتوى على كميه من أكسيد الفوسفور P_2O_5 تعادل ١٦-٢٠ % ، ٨٥% مـــنها تكون فى صوره يمكن ان تذوب فى الماء والأسمده التى تحتوى على تركيزات عالـــيه من السوبر فوسفات تسمى السوبرفوسفات الثلاثى Triple superphosphate والتى تنتج من معاملة الأباتيت apatite بحمض الفوسفوريك:

$$[Ca_3 (PO_4)_2]_3.CaF_2 + 14H_2SO_4 \longrightarrow 10Ca (H_2SO_4)_2 + 2 HF$$

والســـوبر فوسفات الثلاثى لايحتوى على كبريتات كالسيوم ولكن يحتوى على اكسيد فوسفور P_2O_5 حيـــث تتراوح نسبة ذوبانه فى الماء إلى ٨٥ % وتصل نسبة هذه المركبات فيه الى ٤٤-٥٤% وهـــناك العديـــد مـــن المركـــبات الفوسفاتيه الأخرى والتى تستخدم كأسمده. وبعض المصادر الشائعه للفوســـفور هـــى فوسفات الأمونيوم والفوسفات داى امونيوم وكذلك فوسفات البوتاسيوم وفوسفات داى بوتاســـيوم. وكذلـــك فوسفات ثنائى الكالسيوم. ويستخدم فوسفات الأمونيوم فى زيادة إنتاجية الأراضى الزراعـــيه أما السوبر فوسفات فتستخدم على نطاق واسع فى مزارع الأسماك. ويمكن حساب محتوى إى مادة من الفوسفور فعلى سبيل المثال P_2O_5 فنظرا لأن وحده واحده من الفوسفور تكافئ ٢/١ وحده من ال P_2O_5 فان المعامل الناتج من قسمه الوزن الجزيئى للفوسفور والوزن الجزيئ ل ٢/١ P_2O_5 فـــان القـــيمه الناتجه تستخدم فى تحويل محتوى السماد من الفوسفور الى P_2O_5 فعلى سبيل المثال اذا كان محتوى الفوسفات ثنائى الكالسيوم من ال P_2O_5 هو :-

$$\% P \text{ in } CaHPO_4 = 31/136 \times 100 = 22.8 \%$$

$$\frac{P}{0.5 P_2O_5} = \frac{31}{71} = 0.437$$

$$\% P_2O_5 \text{ in } CaHPO_4 = 22.8\% / 0.437 = 52.2\%$$

وكميات P_2O_5 فى مصادر الفوسفور التجاريه والتى تستخدم كاسمده فوسفاتيه يجب أن تقاس بطريقـــه تحليليه عنها بطرق الحساب وذلك لأنها تحتوى على شوائب. ومحتوى بعض الأسمده الفوسفاتية مـن الP_2O_5 موجده فى الجدول (٩).

جدول (٩): مكونات بعض الأسمده الكيميائية الشائعه الأستخدام.

السماد	النسبه المئويه %		
	N	P_2O_5	K_2O
نترات الأمونيوم	٣٣-٣٥	---	---
كبريتات الأمونيوم	٢٠-٢١	---	---
ميتافوسفات الكالسيوم	---	٦٢-٦٤	---
نترات االكالسيوم	٥-١٥	---	---
فوسفات الأمونيوم	١١-١٦	٢٠-٤٨	---
بيورات البوتاسيوم	---	---	٥٠-٦٢
نترات البوتاسيوم	١٣	---	٤٤
كبريتات البوتاسيوم	---	---	٥٠
نترات الصوديوم	١٦	---	---
السوبرفوسفات	---	١٨-٢٠	---
السوبرفوسفات(ثنائى أوثلاثى)	---	٣٢-٥٤	---

٢- النتروجين Nitrogen

تستخدم نترات البوتاسيوم والصوديوم كاسمده نتروجينيه ويمكن إستخدام الأمونيا كسماد لكـى يغطى احتياجات النتروجين لهذه الأحواض. والأسمده النتروجينيه الشـائعه هـى الأمونيـا اللامائيـه ونترات الأمونيوم وكبريتات الأمونيوم وفوسفات الأمونيـوم وفوسـفات ثنـائى الأمونيـوم ونـترات الصوديوم ونترات البوتاسيوم واليوريا. ويبين جدول رقم (٩) محتـوى الأسـمده النيتروجينيـه مـن النتروجين.

٣- البوتاسيوم Potassium

وعـــاده مـــا تســـتخدم بعـــض المـــواد مثل السيلفيت (Kcl) Sylvite وكذلك الكارناليت Kcl .$Cl_2.6H_2O$ فـــى تصـــنيع الأسمده البوتاسيه وكذلك Muriate of potash والتى تحتوى على ٦٠-٦٢ % مـــن مكوناتهـــا أكسيد بوتاسيوم K_2O كل هذه المركبات عباره عن مصادر للبوتاسيوم. وهـــناك مصـــادر آخرى مثل كبريتات البوتاسيوم والماغنسيوم ونترات البوتاسيوم ومحتوى المصادر الـــتجاريه العديـــده من البوتاسيوم مبينه فى جدول (٩) . وكميه أكسيد البوتاسيوم يمكن حسابها وذلك باستخدام نسبة البوتاسيوم فى المركب كما هو موضح فى المعادلات التاليه :-

$$\% K \text{ in } Kcl = 39.1 \div 74.55 \times 100 = 52.4 \%$$

$$K \div 0.5 K_2O = 39.1 \div 47.1 = 0.83$$

$$\% K_2O \text{ in } Kcl = 52.4 \% \div 0.83 = 63.1 \%$$

ثانياً: العناصر الصغرى أو الثانويه Micro or secondary nutrients

وهـــذه العناصر توجد أحيانا فى الأسمده التى سبق الأشاره اليها. فالكالسيوم يوجد فى المواد الجيريه وهناك ماده أخرى والتى تسمى dolomite تحتوى كذلك على الكبريت الماغنسيوم وكبريتات البوتاســـيوم وكبريتات الكالسيوم (الجبس) والسوبرفوسفات تستخدم كذلك كمصادر للكبريت. ومصادر العناصر المغذيه الصغرى مبينه فى الجدول (١٠) .

المخاليط Mixtures

والأسمده التى تحتوى على درجات خاصه من العناصر المغذيه يتم إنتاجها عن طريق خلط كمـــيات معيـــنه مـــن النتروجين والفوسفور والبوتاسيوم فاذا ما أحتوى الخليط على العناصر السماديه الأولـــيه أو الأساسيه فأن مخلوط هذه الأسمده يقال عنها أنها أسمده متكامله. وعند تكوين هذه المخاليط تخلـــط الأسمده مع بعضها وذلك لتكوين ١٠٠ كجم وذلك لتكوين مخلوط من الأسمده لها قيمة سمادية معيـــنه. وعاده ماتوضع ماده مالئه لإكمال باقى مكونات النسبه وهى ١٠٠% والماده المالئه هذه يجب أن تكـــون خامله أو بمعنى أدق يجب أن تكون متعادله كيميائيا مثل الحجر الجيرى وذلك لتقليل درجة الحموضه. ولتكوين خليط من الأسمده التى تحتوى على العناصر الأوليه بحيث تكون درجته ٨-٨-٨ ووزنـــه ١٠٠ كجـــم من نترات الأمونيوم (٣٣٫٥%) والسوبرفوسفات (٤٦ % P_2O_5) ، ميورات

البوتاسيوم (٦٠ % K_2O) وإكمال النسبه الباقيه من الماده المالئه فانه يمكن تكوين هذا الخليط كالآتى :-

8KgN ÷ 0.335 KgN/ Kg= 23.9 Kg ammonium nitrate

$8KgP_2O_5$ ÷0.48Kg P_2O_5/Kg=17.4 Kg triple superphosphate

8Kg K2O ÷ 0.60 Kg K_2O/Kg = 13.3 Kg muriate of potash

Fertilizer sources = 54.6 Kg

Filler = 45.4 Kg

Total = 100 Kg

والحسابات اللازمه لاعداد الأسمده الخليطه من المواد الأساسيه يعتبر من العمليات الصعبه الى حد ما اذا كانت أحدى هذه المواد تحتوى على أكثر من عنصر من العناصر الأساسيه وعند إعداد ١٠٠ كجم من المركب الخليط ٢٠-٢٠-٥ من فوسفات الأمونيوم الثنائيه (٢١ % نتروجين ، ٥٤ % P_2O_5) واليوريا (٤٥ % نتروجين) وكذلك ال Murite of Potash (٦٠ % K_2O) يمكن تلخيصها كما فى المعادلات التاليه :-

20 Kg P_2O_5 ÷ 0.54 Kg P_2O_5 / Kg = 37 Kg diammonium phosphate

5 Kg K_2O ÷ 0.6 Kg K_2O/ Kg = 8.3 Kg muriate of potash

37 Kg diammonium phosphate x 0.21 Kg / Kg =7.8 Kg nitrogen from diammonium phosphate

20 Kg N – 7.8 Kg N = 12.2 Kg N needed from urea

12.2 Kg N ÷ 0.45 Kg N/ Kg = 27.1Kg of urea .

ولذلك فاذا خلطنا ٣٧كجم من فوسفات ثنائى الأمونيوم ، ٨٫٣ كجم من البوتاس، ٢٧٫١ كجم من اليوريا ، ٢٧٫٥ كجم من الماده المالئه فاننا سوف نحصل على ١٠٠ كجم من السماد المركب ٢٠-٢٠-٥ . وفى مزارع الأسماك فاننا لانحتاج الى خلط العناصر السماديه الأساسيه مع بعضها مع وضع الماده المالئه. ولكن من المفضل أن يتم تسميد الحوض الذى مساحته ١ هكتار بمعدل٤٥ كجم/هكتار من السماد ٢٠-٢٠-٥ وذلك باستخدام كبريتات الأمونيوم (٢٠ % نتروجين) والسوبر فوسفات الثلاثى (٤٦ % P_2O_5) والبوتاس، (٦٠ % K_2O) ولذلك فانه يمكن إضافة ٤٥ كجم من كبريتات الأمونيوم.

جدول (١٠): مصادر العناصر الصغرى .

العنصر	المصدر	نسبة العنصر فى الماده (%)
البورن	البوراكس	١١%
	ثبتابورات الصوديوم	١٨%
	حمض البوريك	١٧%
النحاس	كبريتات النحاس	٢٥%
	ملاكات	٥٧%
	اكسيد الكوبرك	٧٥%
	مركبات النحاس المخلبيه	٩-١٣%
الحديد	كبريتات الحديدوز	١٩%
	أكسيد الحديدوز	٧٧%
	فوسفات الأمونيوم	٢٩%
المنجنيز	كبريتات المنجنيز	٢٦-٢٨%
	اكسيد النجنيز	٤١-٦٨%
	كلوريد المنجنيز	١٧%
المولبيدنيوم	موليبدات الصوديوم	٣٩%
	موليبدات الأمونيوم	٥٤%
الزنك	كبريتات الزنك الأحاديه	٣٥%
	كبريتات الزنك القاعديه	٥٥%
	كربونات الزنك	٥٢%
	مركبات الزنك المخلبيه	٩-١٤%

الجدول مأخوذ عن Boyd, 1979

(٤٥ كجم من السماد/هكتار × ٢٠ كجم نتروجين/١٠٠ كجم من السماد×١ هكتار ÷٢ر.جم نتروجين/كجم كبريتات أمونيوم) ١٩ر٦٢ كجم من السوبرفوسفات الثلاثى ٤٥ كجم سماد/هكتار × ٢٠ كجم P_2O_5 /١٠٠ كجم سماد × هكتار ÷ ٤٦ر. كجم /P_2O_5/ كجم سوبرفوسفات ثلاثى) ٣ر٧٥ كجم من البوتاس (٤٥ كجم سماد هكتار× ٥ كجم K_2O/١٠٠ كجم سماد × ١ هكتار÷ ٦ر.كجم K_2O لكل كجم من البوتاس). وهذه العناصر التى وضحناها لا تحتوى على تركيزات عاليه من العناصر

الســماديه الأساســيه لتكويــن سماد خليط يحتوى على ٢٠-٢٠-٥ ولذلك يجب إضافة ٤٥ كجم من كبريــتات الأمونــيوم، ١٩٫٦ كجم من السوبرفوسفات الثلاثى ، ٣٫٧٥ كجم من البوتاس لكل ١ هكتار لكــى تعــادل العناصــر الســماديه الأساسيه الموجوده فى ٤٥ كجم من السماد الخليط المحتوى على العناصر السماديه الأساسيه بنسبه ٢٠- ٢٠-٥ .

حموضه أسمده الأمونيوم Acidity of ammonium fertilizers

أسمده الأمونيوم وكذلك اليوريا تعمل على ظهور التفاعلات الحمضية عند إضافتها للأراضى الزراعــيه لأن عملــيات النــترته nitrification تعمل على إنتاج أيونات الأيدروجين. وكل أيون من أيونــات الأمونــيوم يمكــن أن يعمل على إنتاج أيونين من الأيدروجين كما هو موضح فى المعادلات التاليه:

$$(NH_4)_2\,SO_4 ----- 2\,(NH_4)^+ + SO^{-2}$$

$$2(NH_4)^+ + 3\,O_2 ----- 2\,(NO_2)^+ + 2\,H_2O + 4(H)^+$$

$$2NO_2 + O_2 ------- 2NO_3^-$$

ودرجة الحموضه الناجمه عن إضافة السماد تعتبر مقياس لكمية كربونات الكالسيوم التى تحتاج الــيها لكى تعادل أيونات الأيدروجين الناتجه من عمليات النترته. ولكى توضح هذه العمليه فاذا اعتبرنا كبريتات الأمونيوم ذات درجة حموضه فان كل وزن جزيئى من كبريتات الأمونيوم $(NH_4)_2SO_4$ يمكن أن تعمــل علــى إنتاج أربعة أوزان ذريه من أيونات الأيدروجين ونظراً لان الوزن المكافئ لكربونات الكالسيوم هو ٥٠ جرام فان ٢٠٠ جرام من كربونات الكالسيوم يجب إضافتها الى الحوض لكى تعادل الحموضــه الــناتجه لكل اجرام وزن جزيئ (١٣٢ جرام من كبريتات الأمونيوم [$(NH_4)_2\,SO_4$]) وكفاءة الحموضه لكل ١٠٠ جرام من كبريتات الأمونيوم $(NH_4)_2\,SO_4$ هى :-

$$\frac{132gm\ of\ (NH_4)_2\,SO_4}{200gm\ of\ CaCO_3} = \frac{100\ Kg\ of\ (NH_4)_2\,SO_4}{potential\ acidity}$$

$$Potential\ acidity = 152\ Kg\ of\ CaCO_3$$

وعملــياً فــان الحموضه الفعاله potential acidity للسماد يتم تحديدها بطرق معقده وكفاءه الحموضــه بالنســبه للأنــواع المخــتلفه من الأسمده النتروجينه موضحه فى الجدول (١١). وأسمدة النــترات (ماعدا نترات الأمونيوم) لهما تاثير قاعدى أكبر من التاثير الحامضى والنترات من الممكن

أن تفقـد وذلـك عن طريق عمليات نزع أو إزالة النتروجين منها Denitrification ولكن مركباتها تـبقى كمـا هى. وشحن الكاتيون المفقوده يتم تعويضها بواسطة الأيدروكسيد والذى ينشأ من عمليات التحلل المائى. وعملية النترته هذه تحدث فى مياه أحواض تربيه الأسماك .

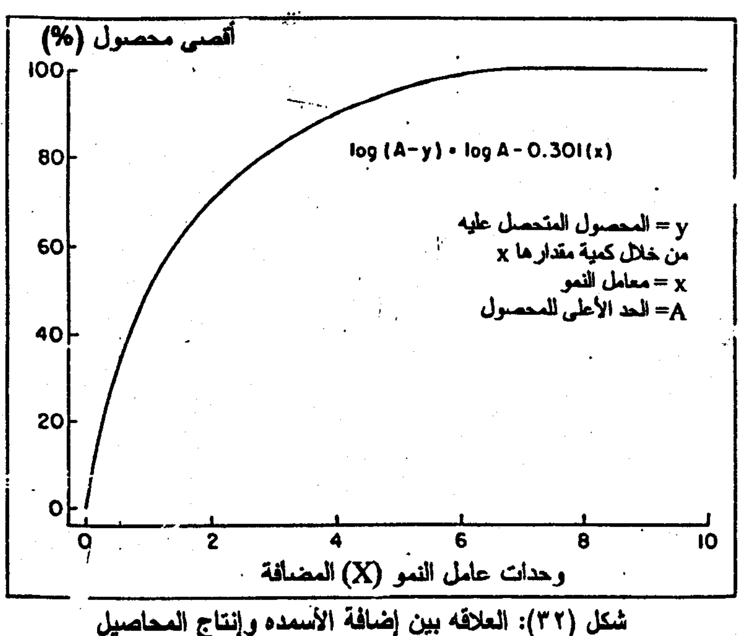
جدول (١١) : حموضه بعض الأسمده .

السماد	الحموضة الفعالة كجم كربونات الكالسيوم /١٠٠ كجم من الماده السماديه
كبريتات الأمونيوم	١١٠
فوسفات الأمونيوم الأحاديه	٥٩
فوسفات الأمونيوم الثنائيه	٨٨
نترات الأمونيوم	٦٠
اليوريا	٨٣

التسميد الكيماوى وإنتاج الأسماك Chemical fertilization and fish production

إن إسـتخدام الأسمده لزيادة محصول الأسماك يتشابه مع إستخدام هذه الأسمده مع المحاصيل الزراعيه ولذلك فانه من الواجب على مزارعى الأسماك أن يعرفوا بعض المعلومات عن هذه الأسمده. كمـا هو موضح فى شكل (٣٢) والذى يمكن إستخدامه كذلك مع الأسماك فإن زيادة إنتاجية المحاصيل الـناتجه من إضافة الوحدات المتتاليه من السماد تسير بمعدل متناقص تدريجياً. وأن إنتاج الأسماك فى الأحـواض المسمده لايزيد بنسب متساويه مع إضافة وحدات إضافيه من السماد كما أن إضافة كميات كبيره سماد الى الأحواض لاتؤدى الى زيادة الأنتاج .

وفـى انـتاج المحاصيل فان معدل التسميد المناسب يعمل على زيادة الإنتاج. وفى المزرعة السـمكية فعـند إضافة وحدات أوليه قليله من السماد الى الأحواض فان المنفعه الراجعه الى إضافتها تكـون أكبر من المنفعه الراجعه الى إضافة الوحدات التاليه من السماد خلال موسم الإستزراع وعلى أى حال يجب إضافة العناصر المحدده للنمو فى الأسماك الى الأحواض .



شكل (٣٢): العلاقه بين إضافة الأسمده وإنتاج المحاصيل

تجارب التسميد على الأسماك الإقتصاديه **Experiments with food fish**

إن الدراسات التى أجريت على إستخدام التسميد فى زياده إنتاج الأسماك تم أجراؤها وإستخدامها فى مناطق عديده من العالم. ولقد أشار Hickling (1962) الى أن الفوسفور يعتبر هو العامل الأكثر تاثيراً على إنتاج الأسماك والفروق التى لوحظت فى إنتاج الأسماك عند إستخدام الفوسفور بمفرده أو إستخدام النتروجين والفوسفورمعا وإستخدام الأسمده المتكامله كانت هذه الفروق صغيره كما كانت الفروق بين المكررات داخل كل معامله كبيره حيث استخدم فى هذه الدراسه ستة احواض كمكررات لكل معامله .

كما أن زيادة إنتاج الأسماك لكل وحده مضافه من الأسمده الفوسفوريه تدريجياً مع زيادة كمية السماد المضافه قد تمت دراستها من خلال إجراء سلسه من التجارب حيث وجد أن إنتاج الأسماك وصل الى٩٧ كجم/هكتار فى الأحواض الغير مسمده ، ٣١٧كجم/هكتار للأحواض المعامله ب ٢٢٫٤ كجم/هكتار من مركب P_2O_5 ، ٤١٨ كجم/هكتار فى الأحواض المعامله بإضافة كمية مقدارها ٤٤٫٨ كجم/هكتار من نفس السماد ومن الملاحظ أن الكميه الأولى المضافه (٢٢٫٤ كجم) من السماد قد أدت الى زيادة إنتاجية الأسماك بنحو ٢١٩ كجم ولكن ال ٢٢٫٤ كجم الثانيه أدت الى زيادة إنتاج الأسماك بنحو ١٠١ كجم فقط ونفس النتائج تم الوصول اليها حيث كانت انتاجية الأسماك ١٥٧ ، ٧٨٧ ، ٨٣١ كجم اسماك/هكتار وذلك بالنسبه للأحواض التى لم تسمد وتلك التى سمدت بإستخدام ٤٤٫٨ - ٦٧٫٢ كجم من السماد P_2O_5على التوالى. وحتى لو كانت الفروق بين هذه الكميات فوق معنويه فان الزياده

الــناتجه من عمليات التسميد الإضافية لا تساوى ثمن الأسمده المضافه وبالتالى فزيادة معدلات التسميد لاتعتبر عمليه اقتصاديه .

ولقــد أجريــت العديد من الدراسات على إستخدام الأسمده فى إنتاج الأسماك فى أوروبا وفى تجــربه أجريت فى هذا الموضوع وجد أن تسميد الأحواض ب ٢٥-٣٠ كجم/هكتار من سماد P_2O_5 أدى الـــى زيـــادة محصـــول أســـماك المــبروك الى الضعف مقارنه بالأحواض التى لم تسمد. وعاده مايســـتخدم السوبرفوســـفات فـــى تسميد أحواض المبروك فى أوروبا. ولاتستخدم الأسمده الأزوتيه أو البوتاسيه فى أوروبا على نطاق واسع .

وطــبقا لنــتائج Hepher (1962) فان التسميد الفوسفورى أدى الى زيادة محصول أسماك المــبروك ولكن إستخدام الأسمده الأزوتيه مع الأسمده الفوسفوريه قد أدى الى زيادة محصول الأسماك مقارنـــة بـــالأحواض التى سمدت أحواضها باستخدام الفوسفور فقط فعلى سبيل المثال كان نمو أسماك المــبروك فـــى الأحـــواض المسمده بالفوسفور ٧ أضعاف نمو الأسماك التى لم تسمد أما التى سمدت بالأسمده الأزوتيه بالإضافه الى الفوسفور فقد كان محصول الأسماك فيهاحوالى ٩ أضعاف المحصول الناتج من الأحواض التى لم تسمد أحواضها كدليل على أهمية التسميد .

وهناك جرعات قياسيه من الأسمده التى يجب إضافتها الى الأحواض التى تحتوى على كميه من الأرثوفوسفات الذائبه لاتزيد عن ٥ر. مجم/لتر ، ٢ مجم/لتر نتروجين وعند إضافة ٦٠ كجم/هكتار مـــن كبريتات الأمونيوم ، ٦٠ كجم/هكتار من السوبر فوسفات كل أسبوعين تؤدى إلى المحافظه على التركيزات العاليه من النتروجين والفوسفور فى الماء.

وهــذه الجرعه تسمى بالجرعه القياسيه Standard dose كما أن مضاعفه هذه الجرعه القياسيه لاتـــؤدى الى زيادة محصول الأسماك. والإنتاجيه الأوليه لكل وحده مساحه سطحيه من الحوض والتى تحصـــل علـــى ضـــعف الجرعه القياسيه لايؤدى الى زيادة الإنتاجيه الأوليه وذلك لأن الفيتوبلانكتون الـــنامى فـــى الطبقات العليا من الماء يحجب الضوء عن الفيتوبلانكتون النامى فى الطبقات السفلى من الماء. كما أن إستخدام نصف الجرعه القياسيه يؤدى الى نقص إنتاجية الأسماك.

وبناء على ذلك يمكن القول بأن عمليات تسميد أحواض الأسماك تؤدى الى زيادة إنتاج الأسماك فـــى هـــذه الأحـــواض ويعتـــبر الفوسفور هو أهم العناصر الغذائيه عند تسميد الأحواض ولكن تؤدى عملـــيات إضـــافة النتروجين الى زياده طفيفه فى إنتاج الأسماك كما وجد Boyd (1976) أن التسميد الأزوتـــى يـــؤدى الى زياده محصول أسماك البلطى. وبالرغم من أن إضافة كميه بسيطه من الأسمده الأزوتيه تعمل على زيادة محصول أسماك البلطى فإن الأحواض المسمده بكميات متساويه من الأسمده

المركـــبه ٠-٢٠-٠ ، ٥-٢٠-٥، ٢٠-٢٠-٥ أدت الــى إنتاج ٦٥١ ، ٩٤٧ ، ٩٣٠ كجم/هكتار من أسماك البلطى على التوالى .

كما أن الكميات الكبيره من الأسمده نحتاج اليهاعاده لزيادة إنتاج الأسماك. فعلى سبيل المثال فــان الجــرعه القياسيه للتسميد المستخدم فى أسرائيل والتى تضاف الى أحواض الأسماك هى ١٦١٣ كجم/هكتار من السماد وتضاف كل اسبوعين لمدة ٦ شهور.

تجارب مزارع رياضة صيد الأسماك Experiments with sport fish

إن الأبحاث التى أجريت بغرض إستخدام الأسمده الغير عضويه فى زيادة إنتاج محصول هذه الأســماك بــدأت فــى جامعة أوبرن فى الثلاثينات من القرن العشرين .حيث وجد أن إنتاج أسماك ال Sunfish وكذلــك أســماك Iargemouth bass قــد ارتفعت باستخدام التسميد ولقد أستخدم الباحثين بعض الأسمده وذلك لتكوين أسمده قياسيه وحساب معدلات إستخدامها وذلك فى جنوب شرق الولايات المتحده الأمريكيه. والمعدل القياسى الذى تم الحصول عليه وجد ١١٢ كجم/هكتار من السماد ٦-٨-٤ ، ١١٫٢ كجم/هكتار فى صـــــوره نترات صوديوم ($NaNO_3$) وبدايه من شهر فبراير فان المعامله بهذه الأسمده يجب أن تكرر كل ٣-٤ أسابيع أو عندما يزيد مدى الرؤيه بواسطة قرص سيكى عن ٣٠ ســم وهــذا الــنظام للتســميد يعتبر فعال فى زيادة إنتاج الأسماك فى مناطق متعدده من جنوب شرق الولايات المتحده ولقد وضع Boyd بعض النصائح وذلك عند تسميد الأحواض وهى:-
فــى منتصف شهر فبراير أو فى اول مــــارس يجب إضافة ٤٥ كـــجم/هكتار من السماد المركب ٢٠-٢٠-٥ وبعد ذلك تضاف هذه الكميه كل أسبوعين. ويمكن إضافة ٤٥ كجم ثلاث مرات للأحواض بفاصـــل زمـــنى ٣ أسابيع. بين كل إضافتين ثم إضافة ٤٥ كجم/هكتار من السماد ٢٠-٢٠-٥ بفاصل زمـــنى شـــهرين بين كل إضافتين أوعندما يكون مدى الرؤيه بواسطة قرص سكى ٤٥ سم. وفى آخر أسبوع من شهر أكتوبر يجب إيقاف عملية التسميد.

وممـــا ينصـــح به إضافة ٤٥ كجم/هكتار من السوبرفوسفات أو ٢٠ كجم/هكتار من السوبر فوســـفات الـــثلاثى لكل إضافه بالنسبه لهذه الأحواض. وهذه المقادير كافيه بالنسبه لأسماك goldfish وأســـماك المبروك وسمك القرموط وأسماك Largemouth bass ومن المعتقد أن الفوسفور يعتبر أهم العناصـــر السماديه التى تضاف للأحواض. ومعدل السماد القياسى أعتمد فى تقديره على التجارب التى أجريـــت علـــى الأحواض باستخدام مظلات الماء الخشبية wooded watersheds والذى يحتوى علـــى تركيزات منخفضه من النتروجين والفوسفور والدراسات التى قام بها Boyd (1976) أشارت الى أن الأحواض الغير مسمده والتى تم فيها التخلص من الحشائش كانت تحتوى على تركيزات عاليه

مــن العناصر الغذائيه كما أن المياه كان لها درجة عسر كلى كبيرة وكميه أكبر من البلانكتون مقارنه بــالأحواض الغــير مســمده والتى تحتوى على الحشائش (جدول ١٢) وفى الحقيقه فإن متوسط إنتاج البلانكتون فى الأحواض الغير مسمده والمحتويه على مراعى على جوانبها تساوت مع كمية البلانكتون الموجــوده فى الأحواض المسمده بإستخدام معدل السماد القياسى. ولقد وجد أن النتروجين والفوسفور المضــاف الــى المــراعى بغــرض زيــادة كمية العلف والتى يحدث لها نقصّ أثناء فترات الجفاف والتركــيزات العالــيه من هذين العنصرين فى الأحواض الغير مسمده والمحتويه على نباتات مراعى تكــون مرتــبطه بدرجــة نشــاط الحــيوانات التى تتغذى على هذه النباتات فعلى سبيل المثال نجد أن الحــيوانات التى ترعى على النباتات الموجوده فى هذه الأحواض تنتج كميات كبيره من البول والروث والــتى تعد بمثابة مصدر هام لعنصرى النتروجين والفوسفور فى الأحواض وتعتمد على كمية السماد المضافه الى المراعى وكذلك عدد الحيوانات الموجوده فى المرعى.

ويمكــن القــول بــأن العديــد من الأحواض التى تنمو على جدرها نباتات المراعى أو فى الأحــواض المســمده تحتاج الى كميات بسيطه من التسميد أو لا تحتاج بالمره الى التسميد ولذلك فإن إســتخدام معــدل التسميد القياسى يؤدى الى فقد كبير فى السماد. ولقد لوحظ أن معدل السماد القياسى يســتخدم علــى نطاق واسع فى عمليات التسميد كما وجد كذلك أن مصارف المياه التى مصدرها مياه صــرف أراضــى خصبه وتنتج كميه أكبر من الأسماك من تلك التى تنتج من المصارف التى تصرف بهــا أرضــى غــير خصبه ولذلك فالأحواض التى لها تربه خصبه عاده ما تحتاج الى معدلات تسميد منخفضه عن تلك التى تكون أراضيها خصبه.

وإحتــياجات أحواض تربيه أسماك الشمس sunfish من سماد ال P_2O_5 تم تقديرها بواسطة طريقة Liehtkoppler and Boyd (1977) والذى عامل ستة أحواض بإستخدام سماد مركب عباره عــن ٢٠-١٠-٥ وســتة أحــواض باستخدام سماد ٢٠-٢٠-٥ وذلك بمعدل ٤٥ كجم/هكتار وقام بإضافة هذه المعدلات ١١مره خلال موسم النمو ولقد لخصت نتائج هذه التجربه فى الجدول رقم(١٣). وبالــرغم مــن أن الفوســفور كــان تركــيزه عالياً فى الأحواض المــعامله بالسماد ٢٠-٢٠-٥ عن الأحــواض الــتى عوملــت بالسماد ٢٠-١٠-٥ الا أن إنتاج البلانكتون وكذلك إنتاج الأسماك لم يتأثر كثيراً بإختلاف تركيز الفوسفور فى هذه التجربه.

جدول رقم (١٢) : تحليل المياه فى الأحواض المسمده والغير مسمده

القياس	احواض غير مسمده		أحواض مسمده
	Wood watershed	Watershed pasture	
القلويه الكليه مجم/لتر	٢٠٫٣	٣٠٫٤	٢٢٫٢
العسر الكليه مجم/لتر	١٨٫٩	٢٩	١٨٫٩
الأرثوفوسفات مجم/لتر	٠٫٠٠٧	٠٫٠١٥	٠٫٠١٩
الفوسفور الكلى مجم/لتر	٠٫٠٩٢	٠٫١٢٨	٠٫١٨٥
نترات مجم/لتر	٠٫٠٧٥	٠٫٠٩٩	٠٫٠٧٣
الأمونيا الكليه مجم/لتر	٠٫٠٥٢	٠٫١٠٤	٠٫١٢٥
البوتاسيوم مجم/لتر	١٫٥٢	٢٫٨٨	١٫٤٣
مدى الرؤيه بقرص سكى(م)	١٫٢٤	٠٫٦٦	٠٫٧٦
الماده العضويه مجم/لتر	٥٫٣	١١٫٩	١٢٫١

ومتوسط انتاج الأسماك بالنسبه للأحواض التى سمدت بإستخدام السماد ٢٠-٢٠-٥ لم يكن أكبر بدرجه معنويه عن المعاملات الأخرى ولكن متوسط محصول أسماك الsunfish فى هذه التجارب كان أكبر بالنسبه للاسماك التى حصلت على السماد المركب ٢٠-٢٠-٥. وهذا يدعوا الى الإعتقاد بأن الأختلافات المعنويه يمكن أن تختفى بين السماد ٢٠-٢٠-٥ والسماد ٢٠-١٠-٥ مع معدلات التسميد العاليه وإستخدام عدد أكبر من المكررات. والمستوى المنخفض من التسميد باستخدام سماد ال P_2O_5 مناسب بالنسبه للأحواض الخشبية Woodland ponds ولكن يجب إستخدام معدلات سماديه عاليه من هذا السماد عند زيادة كثافة الأسماك فى الحوض كما وجد أن هناك فروقا معنويه فى إنتاج الأسماك عند إستخدام السماد ٢٠-٢٠-٥ من السماد ٢٠-٢٠-٠ علماً بأن مياه الأحواض التىأضيف اليها السماد ٢٠-٢٠-٠ كانت تحتوى فى المتوسط على ٣٫١ مجم/لتر من البوتاسيوم.

وهـــذا يدعوا الى الأعتقاد بأن البوتاس potash يمكن أن إهماله أو إزالتة من السماد اذا ما كانت مياه الحـــوض تحـــتوى على كميه اكبر من ١٫٣ مجم/لتر بوتاسيوم. ولقد أجريت تجربه حديثه وذلك لتقييم تأثـــير التســـميد الأزوتى على إنتاج أسماك sunfish حيث عوملت ٤ أحواض باستخدام ال periodic بمعدل ٤٥ كجم/هكتار من سماد ٢٠-٢٠-٥ وعوملت ٤ أحواض بنفـــس معـــدل التسميد من سماد ٠-٢٠-٥ ولـــم تلاحـــظ أى فـــروق معنويه بين المعاملتين من حيث محصولً الأسماك أوغزارة نمو الفيتوبلانكتون (جدول ١٤).

جدول رقم (١٣): تأثير المعامله بنوعين من الأسمده على انتاج الفيتوبلانكتون وانتاج أسماك ال sunfish فى خمس مناطق مختلفه أثناء موسم النمو .

القياس	المعامله		
	٢٠-٢٠-٥	٢٠-١٠-٥	قيمة t
كميةالفيتوبلانكتون الكليه (مجمO_2/لتركل٤ ساعات)	١٫٨٣	١٫٠٣	(A> 0.05) 2.13
انتاج الأسماك(كجم/ هكتار)	٣٦٠	٣٢٣	(A> 0.05) 0.79

ولقـــد وجـــد Sowles (1977) أن الســـماد ٢٠-٢٠-٠ لـــيس لـــه تأثير فعال عن السماد ٠-٢٠-٠ فى إنتاج البلانكتون والذى قدر فى صورة كلورفيل (أ) وكذلك عند تقدير الماده العضويه في الأحواض كما يتضح من الجدول رقم (١٥).

وفـــى تجربه أخرى أجريت باستخدام أحواض سبق إستخدام الأسمده بها أدى استخدام السماد ٢٠-٢٠-٠ فـــى عملية التسميد الى زيادة محصول الأسماك بنسبه ٢٨٦ % وذلك بالنسبه لأسماك ال sunfish وأســـماك Largemouth bass بيـــنما أدى إستخدام السماد ٠-٢٠-٠ الى زيادة محصول الأسماك لهذه الأنواع من الأسماك بنسبه ٢١٣%. وكانت الفروق بين المعاملتين معنويه. وبالرغم من أن النـــتائج تشـــير الـــى أن الـــزياده الكبيره فى إنتاج الأسماك مقارنة بالأحواض الغير مسمده كانت باســـتخدام الســـماد ٢٠-٢٠-٥ فان هذه الزياده يمكن ان تكون راجعه الى مكونات ال P_2O_5 ونفس النـــتائج تم التوصل اليها عند إستخدام التسميد الفوسفورى. وحتى ولو كان التسميد الأزوتى يعمل على زيادة إنتاج الأسماك بكميه بسيطه فانه ليس هناك شك فى أن التسميد الأزوتى يمكن ظبطه فى أحواض تربـــيه الأسماك وذلك لأن التسميد الأزوتى يزيد من تكاليف التسميد به إلى أكثر من ٥٠ % من جملة تكاليف التسميد .

جدول (١٤): تركيز الكلورفيل (أ) وإنتاج الأسماك الكلى فى الأحواض والتى أضيف اليها ٤٥ كجم/هكتار من السماد ٢٠-٢٠-٥ ، ٠-٢٠-٥ خلال موسم النمو.

القياس	المعامله		قيمة أختبار t
	٢٠-٢٠-٥	٠-٢٠-٥	
كلورفيل أ (ميكروجرام/لتر)	٢ر١٩	٢ر١٩	٠ر٠ (P>0.05)
الأسماك (كجم/ هكتار)	٢١٠	٢١٠	٥٣ر٠ (P>0.05)

جدول (١٥): تاثير اضافة نوعين مختلفين من الأسمده على نمو الفيتوبلانكتون ومحصول الأسماك (تم التسميد ٦ مرات خلال موسم النمو) .

القياس	المعامله		قيمة أختبار t
	٢٠-٢٠-٠	٠-٢٠-٠	
كلورفيل أ (ميكروجرام/لتر)	٩ر٣٠	٥ر٢٢	٢٥ر١ (P>0.05)
الماده العضويه مجم / لتر	٢ر١٣	١ر١٠	٢٩ر١ (P>0.05)

وبصـــفه عامه يمكن القول بأن التجارب الحديثه أثبتت أن إستخدام معدل السماد القياسى غير فعـــال لدرجـــه كبيره عند تسميد أحواض تربيه أسماك رياضة الصيد كما أن أحواض تربية الأسماك الخصـــبه لاتحـــتاج الـــى أى سماد أو تضاف لها الأسمده بكميات قليله حتى تعطى محصول كافى من الأســـماك. فإضـــافة ٥ر٢٢كجم/هكتار من السماد السوبرفوسفات على فترات متساويه يمكن ان يعتبر معـــدل سماد قياسي يعمل على زيادة الأنتاج. او يمكن استخدام ٥ر٢٢كجم/هكتار من السماد المركب ٢٠-٢٠-٥ بـــدلاً من ٤٥ كجم/هكتار. وبالإضافه الى أن عمليات التسميد تعمل على زيادة محصول الأسماك فانها كذلك تعمل على زيادة إنتاج ونمو البلانكتون وزيادة غزارة الكائنات النباتيه كبيره الحجم كمـــا أن تقلـــيل مســـتويات التســـميد تؤدى الى قلة هذه النباتات وكذلك إنخفاض البلانكتون وانخفاض محصول الأسماك الناتج من هذه الأحواض .

الإستخدام العملى للأسمده الكيميائيه: Practical use of chemical fertilizers

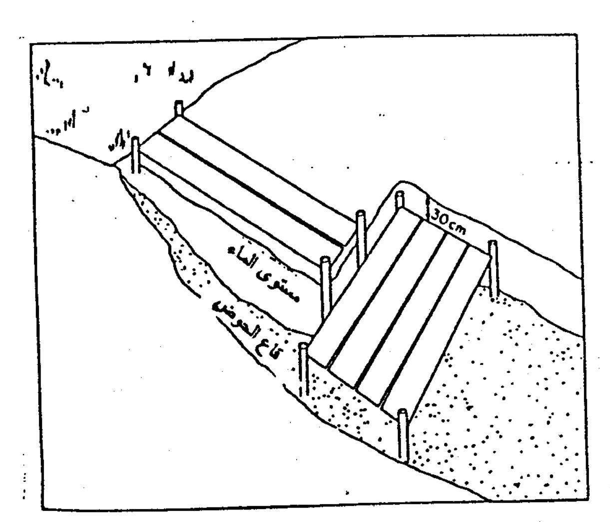
إن نتائج تجارب تسميد أحواض تربيه الأسماك والتى سبق الإشاره إليها تستخدم فى حسابات معدلات التسميد التى يستخدمها مزارعى الأسماك ولكن لسوء الحظ فان الظروف البيئيه نادراً ماتكون واحــده ومماثله للظروف البيئيه التى أجريت فيها التجارب. ولذلك فاننا نفترض أنه يجب التسميد بنوع واحــد من الأسمده وهى التى يمكن أن تكون الأكثر تأثيراً تحت كل الظروف. ومن الطبيعى أن إضافة الأسـمده الى المحاصيل الزراعيه تختلف طبقاً للإختلافات الموجوده فى إختبارات تحليل التربه والتى يجــب أن تقــاس بالنسبه لمحاصيل فرديه ولأجل مناطق تربه خاصه. ومما لاشك فيه أن طبيعة طمى ومــياه الأحواض المختلفه متنوعه تماماً ومعدل السماد الذى يضاف فى أحواض منطقة ما ربما يكون غــير مناسب لأحواض فى مناطق أخرى ولذلك فلابد للأخصائى البيولوجى من عمل اختبارات لتحديد إســتجابه المياه لعنصر مضاف حتى يتمكن من وضع إقتراحاته السماديه وهذه الإجراءات عاده معقده جــداً. ولذا فإن نتائج بعض التجارب والخبرات لبعض العاملين فى محطات البحوث يجب ان تستخدم كمرشــد فى أسس حساب معدلات التسميد ويجب على البيولوجى أن يأخذ فى الأعتباركل حوض على حــده ويــناقش صاحب الحوض مع أقرانه عند وضع إقترحاته السماديه. وكثيراً من النشرات الخاصه بالتســميد تعــبر عن حاله عامه لكل الأحواض فاذا لم يكن تقدير المحصول متوقع مسبقاً فان التسميد ربمــا يمــثل خســاره ماليه فى معظم الأحواض فمثلاً أحواض أرضيات الغابات الغير مسمده الكبيره المــزروعه بالاســماك ربما تنتج كميه كبيره من الأسماك وعاده فان برامج التسميد الغير مكلفه التى تعطــى زيــاده فــى المحصول تفضل عن البرامج الغاليه التى تؤدى الى أقصى إنتاج سمكى. وهناك العديد من المشاكل التى تظهرباستخدام عمليات التسميد فى أحواض تربيه الأسماك وهى :-

١- تكرار الإضافه :

لقد بينت التجارب فى بعض البلدان ان الأسمده تكون ذات فعاليه عندما تضاف كل اسبوعين كذلــك فــى الولايــات المــتحده كل ٢-٤ أسابيع. وإضافة الأسمده على فترات طويله لا تفيد بسبب إدمصاص نسبه كبيره من الفوسفور بواسطة الطين وفقد النتروجين من خلال عمليات النشدره وتطاير الأمونيا علاوه على أن العناصر السماديه تكون اكثر ملائمه لنمو الفيتوبلانكتون وتوافره عندما تضاف فــى جــرعات صغيره وعلى دفعات عديده متكرره والإضافه السماديه اليوميه وبكميات صغيره تكون أكثر فعاليه ولكن نادراً ما تستخدم الأسمده على فترات أقل من اسبوعين.

٢- طريقه الإضافه :-

تضـــاف الأسمده نثراً فوق المياه الضحله على كل مساحة الحوض وربما تغطى فى الطبقات السـفليه فقط اذا كان عمق الماء أكبر من ٧٥ر٠- ١م فلا يستفيد منها الفيتوبلانكتون. ويمكن أن تكون الأســمده أكــثر كفــاءه اذا مــاتم وضعها على الواح خشبية تحت الماء وهذه الطريقه تحمى السماد الفوسفورى من الرسوب فى القاع مما يؤدى الى نقص معدل الفوسفور بسبب إدمصاص بواسطة طين القــاع (شـكل ٣٣) يبين مقاسات هذه الألواح. تغوص الألواح بعمق ٣ر. م تحت الماء ومساحة اللوح الواحد ٢م[٢] يكفى لمساحة ٢-٤ هكتار من مساحة الحوض ويصب السماد على اللوح ثم يقوم تيار الماء بإذابة العناصروتوزيعها .



شكل (٣٣): إضافة الأسمده على لوح خشبى تحت سطح الماء

٣-الصيغه الكيماويه للسماد:

فــى المياه ذات درجة ال pH العاليه يجب إستخدام الأسمده النشادريه لأن كثير من ايونات الأمونــيا NH_4 سوف تتحول الى نترات NH_3 وعند التركيزات العاليه من النترات NH_3 تتسمم بعض الأســماك عــلاوه على فقدها بالتطاير وكما ذكر بعض الباحثين فإن السوبرفوسفات لايذوب جيدا فى الماء المحتوى على تركيزات عاليه من الكالسيوم ودرجة الحموضه pH المرتفعه.

٤-الماء العكر Turbid water

المــاء العكــر الملــوث بمخلفات ولاتتعدى فيه امكانية الرؤيه تحت الماء مسافة ٣٠ سم لن يســتجيب للعناصــر السماديه بسبب عدم كفاية الضوء اللازم لنمو الفيتوبلانكتون واذا لم يمكن حمايه

الأحواض من مجارى المياه المكشوفه فى فصل الأمطار فلاينصح بالتسميد الا فى فصل الجفاف عندما تكون الأحواض نظيفه وخاليه من العكاره .

٥- الطحالب الخيطيه Macrophytes

يجـب أن نتمكـن من التحكم فى الأعشاب التى تنمو فى الحوض والا فان العناصر السماديه سـوف تشجع نمو الأعشاب والنباتات الخيطيه بطريقه أسرع من نمو البلانكتون لذا فإضافة السماد فى أواخـر الشتاء وأوائل الربيع للأحواض الموبوءه بهذه النباتات سوف تزيد من وجود الطحالب الخيطيه التى تنمو على وتحت تلك الأعشاب والنباتات والتى سوف تحل تدريجياً محل الفيتوبلانكتون فى المياه الدافـئه كمـا ان كثير من الأحواض الغير مسمده لاتنمو بها النباتات والأعشاب لأن العكاره الطبيعيه تكون كبيره جداً بالاضافه الى ذلك فان تسميد الأحواض الضحله سوف لايمكن معه التحكم فى النباتات الخيطـيه والأعشاب كما يجب أن تتعمق حواف الحوض مما لايقل عن ٤٥-٦٠ سم عند الإنشاء لمنع نمو الطحالب الخيطيه والأعشاب كما يمكن مقاومتها كيماوياً.

٦-إضافة الجير Liming

قد لاتستجيب الأحواض الحمضيه المياه للتسميد الا اذا استخدمت مواد جيريه.

٧-زيادة تدفق المياه Excess water

يجـب ألا تقـل مـدة حجز المياه فى الأحواض عن ٣-٤ أسابيع والا فان العناصر السماديه سـوف تفقد الى خارج الحوض قبل إنتاج غذاء الأسماك وزيادة فترة الحجز للمياه تشمل تحويل الماء الزائد وتكبير الحوض وإنشاء حوض آخر إضافى للحوض الأصلى أما طرق التخلص من الماء الزائد التقلـيديه هى إطلاق الماء السطحى من الأحواض وهوما يخفض الفقد فى عناصر السماد والبلانكتون فـى الماء القريب من قاع الحوض وعموماً لاينصح أن تسمد الأحواض التى تحجز فيها المياه لفترات قصيره .

٨-أحواض تربية أسماك القرموط Catfish

حيـث تعـتمد الأسـماك فـى هذه الأحواض على أغذيه إضافيه أفضل من الغذاء الطبيعى والعناصـر الغذائـيه عاده تنتج من إزدهار البلانكتون ولكن فى الربيع عندما تنخفض معدلات التغذيه يضـاف السماد ٢-٣ مرات لزيادة كثافة البلانكتون ونمو أعشاب تحت الماء كما أن زيادة الإفراط فى إسـتخدام السـماد فى تغذيه أحواض القراميط تؤدى إلى إزدهار البلانكتون مع إحتمال زيادة إستهلاك الأكسجين مما يؤدى إلى نفوق الأسماك .

الأسمده العضويه : Organic fertilizers

والأســمده العضــويه عباره عن فضلات الحيوانات المختلفه وكذلك النباتات وتعتبر الأسمده العضويه مصدر مباشر لتغذية الأسماك كما أنه يحتوى على عناصر هامه لنمو الكائنات الحيه المغذيه للأســماك. أو قد يتحلل وتنطلق منه العناصر الغير عضويه التى تتسبب فى نمو وإزدهار البلانكتون. وتعتــبر الأسمده العضويه درجات مخفضه جداً من درجات السماد (جدول ١٦) ويتطلب كميات هائله منه للأمداد بالعناصر التى يمكن أن توجد فى كميات صغيره من السماد الكيماوى ومن عيوب الأسمده العضــويه أنها عندما تضاف للأحواض تستهلك كمية من الأكسجين الذائب فى الأحواض وهى بذلك تؤدى الى تقليل كمية الأكسجين الذائب فى مياه الحوض ولكن إضافتها تعمل على تشجيع نمو الطحالب الخيطيه وتجعل المياه نظيفه جداً وتعطى محصول سمكى جيد. والأسمده العضويه تستخدم على نطاق واسع فى تسميد أحواض تربية الأسماك فى مناطق متعدده من العالم.

جدول (١٦) مكونات الأسمده العضويه الناتجه من بعض حيوانات المزرعه.

نوع السماد	المتوسط %			
	الرطوبه	الأزوت	P_2O_5	K_2O
ماشية اللبن	٨٥	٥ر.	٢ر.	٥ر.
ماشية اللحم	٨٥	٧ر.	٥ر.	٥ر.
الدجاج	٧٢	٢ر.	٣ر١	٦ر.
الخنازير	٨٢	٥ر.	٣ر.	٤ر.
الأغنام	٧٧	٤ر١	٥ر.	٢ر١

تشـمل الأســمدة العضــوية زرق الطيور (الدواجن – البط) – روث الماشية (الجاموس والأبقــار) والأســمدة النباتية الخضراء. والأسمدة العضوية تستغل مباشرةً كمصدر لتغذية الأسماك أو تســتخدم بطــريقة غــير مباشــرة عــن طريق التحلل إلي عناصرها الأولية (فوسفور – نتروجين – بوتاســيوم..الــخ) والــتى تساعد فى تنمية الغذاء الطبيعى (الكائنات الحية الدقيقة النباتية والحيوانية) والجدول رقم (١٧) يوضح بعض المكونات السمادية لروث بعض الحيوانات

جدول (١٧): بعض المكونات السمادية لروث حيوانات المزرعة

نوع السماد	نسبة الرطوبة	النتروجين N	الفوسفور P_2O_5	البوتاسيوم K_2O
الدواجن	٧٢	١٫٨	١٫٣	٠٫٦
البط	٧٥	٣٫٨١	١٫٢٣	٠٫٩
الأبقار	٨٥	٠٫٥	٠٫٢	٠٫٥
الجاموس	٨٥	٠٫٧	٠٫٥	٠٫٥
الأغنام	٨٧	١٫٤	٠٫٥	١٫٢

وعلى مربى الأسماك أن يستخدم الأسمدة العضوية حسب المسموح به حتى ليتسبب تحلل الأسمدة العضوية فى أستهلاك الأكسجين فزيادة كمية المادة العضوية فى الأحواض يتسبب فى نقص الأكسجين بالماء ، ومعدل استهلاك الأكسجين بواسطة الأسمدة العضوية يختلف حسب نوع السماد وصفات المياه .

وفى مصر يتم نثر ٣٠كجم/للفدان من زرق الدواجن على سطح الماء كل أسبوعين بالتبادل مع التسميد الكيماوى- ويتحلل الزرق فوق قاع الحوض وذلك بفعل الميكروبات الموجودة إلي عناصر بسيطة ؛ وتقبل الكائنات الحية الدقيقة على التهامه.. وهنا تجد الديدان والحشرات المرعى الخصب والبيئة الملائمة للنمو.. وتختار الأسماك ما تفضله من هذه الأنواع بل أن بعض الأسماك يتغذى مباشرةً على زرق الدواجن قبل أن يتحلل..وبعض الأسماك تنتظر تحلل الزرق لتأكله بما عليه من كائنات حية نباتية وحيوانية دقيقة معاً . ... وفى دراسة عن تأثير أستخدام مصادر مختلفة من الروث المجفف على أداء أسماك القراميط النامية عن Abdel-Hakim, et al (1993) فى هذه الدراسة استخدم روث الماشية وذبل الأرنب المجفف فى علائق أسماك القراميط النامية بمستويات ١٠، ٢٠ ، ٣٠% لدراسة أثر أدخال هذه المواد على أداء هذا النوع من الأسماك. وكانت العلائق متماثلة فى محتواها من الطاقة والبروتين حيث كانت تحتوى على حوالى ٢٨% بروتين خام وزن ٤٢٠٠ إلي ٤٢٦٠ كيلو كالورى طاقة كلية لكل كيلو جرام من العليقة ويمكن تلخيص النتائج المتحصل عليها فيما يلى :

١- لوحظ أن عليقة الكنترول قد أعطت معنوياً أعلى معدل فى وزن الجسم الحي ، معدل التحويل الغذائى ، معـدل الـزيادة النسـبية اليومية فى وزن الجسم وكذلك معدل الأنتفاع من الطاقة والبروتين بالمقارنة بالعلائق التى على ١٠، ٢٠، ٣٠% من روث الماشية وذبل الأرانب المجفف .

٢- لوحـظ أيضـاً أن زيـادة معدل إضافة روث الماشية المجفف فى العلائق إلي ٢٠% أدى إلي تحسين الصـفات المدروسـة. كذا لوحظ أيضاً أن زيادة معدل إضافة ذبل الأرانب المجفف إلي ٣٠%أدى إلي تحسين فى معدلات الصفات المدروسة ومما سبق يتضح أنه يمكن التوصية باضافة روث الماشية وذبل الأرانب الجافة فى علائق أسماك القراميط النامية بمعدل ٢٠، ٣٠ %على التوالي [illegible]

وفـى دراسة عن تقييم استخدام نظام التربية المشتركة بين البط والأسماك على الصفات الأنتاجية والأقتصـادية لأسـتزراع الأسـماك تحت هذا النظام عن Abdel-Hakim, et al., (1999) . وقد أسـتخدم فـى هذه التجربة ١٢ حوض من الأحواض الترابية مساحة كل منها ٢٠٠٠م^2 قسمت إلي ٤ مجموعـات واشتملت كل مجموعة على ٣ أحواض (مكررات). وضعت زريعة البلطى والمبروك فى كـل حوض بمعدل ٣٠٠٠سمكة بلطى نيلى+٩٤٠سمكة بلطى أوريا+ ٦٠ سمكه مبروك عادى لتصل الكـثافة الكلـية فـي الحوض إلي ٤٠٠٠ سمكه/حوض.وقد سمدت الأحواض الثلاثة للمعاملة الأولى باسـتخدام ٥ كجـم سماد ماشية لكل حوض فى اليوم أما المعاملة الثانية فقد سمدت كذلك باستخدام ٥ كجـم سـماد ماشـيه لكل حوض في اليوم أما المعاملة الثانية فقد سمدت كذلك بأستخدام ٥ كجم سماد ماشيه لكل حوض فى اليوم بالاضافه إلي امداد الأسماك بعليقه اضافية تحتوى على ١٧% بروتين خام وذلـك بمعـدل ٣% من وزن الجسم يومياً.أما أحواض المعاملة الثالثة فقد سمدت بأستخدام زرق البط الـناتج مـن ١٢٥ بطـه تـم تسكينها فى مسكن مقام على جسر أحد أحواض هذه المعاملة الثالثة أما المجموعـة الرابعة فقد غذيت الأسماك بها عن طريق الزرق الناتج من ١٢٥ بطه أيضاً تم تسكينها فى مسـكن أقيم على جسر أحد هذه الأحواض بالأضافه إلي امداد الأسماك ب ٣% من وزن الجسم عليقه اضـافيه (١٧%بروتين خام) كما تم تغذية البط بأستخدام عليقة تحتوى على ٢٥% بروتين خام. وكان من أهم النتائج المتحصل عليها مايلى :

١- أعطت المعاملة الرابعة التى أستخدم فيها زرق البط +الأعلاف الأضافيه مقاييس أكبر لوزن الجسم وذلـك بالنسبة لأنواع الأسماك الثلاثة وذلك من اليوم ٣٠ وحتى نهاية التجربه. وكانت الأختلافات الراجعة إلي تأثير للعاملة الغذائية على وزن الجسم اختلافات معنوية.

٢- أعطــت كذلــك المعاملة الرابعة مقاييس أكبر لطول الجسم طول فترة التجربه مقارنة بالمعاملات الثلاثة الأخرى بعد مرور شهر من بداية التجربه وحتى الحصاد (١٠٠يوم) وكانت هذه الأختلافات معنوية.

٣- أظهــرت الأســماك المــرباه فى الأحواض التى سمدت بسماد الماشية أو زرق البط بالأضافه إلي التغذيه على العلائق الأضافيه أعطت معدلات نمو نسبى وأنتاجيه كليه عاليةً مقارنة بتلك التى ربيت فى الأحواض المسمده فقط.

٤- مــن الناحيه الأقتصاديه كانت نسبة العائد الصافى إلي رأس المال المستغل فى الأنتاج كانت أفضل هــذه النســب قد تم الحصول عليها من المعاملة الثالثة ٦٥٫٣ ثم المعاملة الأولى ٥٠٫٥ ثم المعاملة الــرابعة ٤٠٫٥% وأخيراً المعاملة الثانية ٢٣٫٠% .وفى نفس التجربه السابقة تم دراسة تأثير نظام التربــية المشــتركة للأســماك مــع حــيوانات المزرعة على جودة المياه والكائنات الحية الدقيقة (البلانكتون النباتى والحيوانى).

١-أعطت المعاملة الرابعة متوسطات أكبر فى درجات الحراره يليها المعاملة الثانية ثم المعاملة الثالثة وكانت المعاملة الأولى أقل المتوسطات فى درجة الحراره.

٢-أعطت كذلك المعاملة الثانيه والرابعة متوسطات منخفضه نسبياً فى درجة ال pH والقلوية عنها فى أحواض المعاملة الأولى والثالثة.

٣-أظهــرت التحالــيل أن متوســط أعداد الكائنات الحية الدقيقة النباتية (الفيتوبلانكتون) كانت أكبر ما يمكــن فى المعاملة الثالثة التى أستخدم فيها زرق البط فقط يليها المعاملة الرابعة ثم المعاملة الثانية وأعطــت المعاملة الأولى أقل المتوسطات . وكانت مجموعة الطحالب الخضراء (الكلورفيتية) هى المجموعــة السائدة فى جميع الأحواض يليها الطحالب الخضراء المزرقة (السيانوفوتية) ثم الطحالب الخيطية (الباسيلاريوفتيه) .

٤- أظهــرت التحاليل أن متوسط أعداد الكائنات الحية الدقيقة الحيوانية (الزوبلانكتون) كانت أكبر ما يمكــن فــى المعاملــة الرابعة يليها المعاملة الثانية ثم المعاملة الأولى وأعطت المعاملة الثالثة أقل المتوســطات .وكانــت مجموعــة الروتيفر (الحومات) هى المجموعة السائدة فى جميع الأحواض للمعاملات المختلفة يليها القشريات الصغيرة من فصيلة مفصليات الأرجل الكوبيبودا والكلادوسرا.

٥- تلاحــظ أن تأثــير المعاملات المختلفة على متوسط أعداد الكائنات الحية الدقيقة النباتية والحيوانية لــيس بــنفس القــدر فقــد أظهــرت التحالــيل أن متوســط أعــداد الكائنات الحية الدقيقة النباتية

(الفيتوبلانكـــتون) كانـــت أكـــبر مـــا يمكن فى المعاملة الثالثة وأقل ما يمكن للكائنات الحية الدقيقة الحيوانية (الزوبلانكتون)فى نفس المعاملة.

وفـــى دراسة أخرى عن تأثير مستويات مختلفة من زرق الدواجن على أداء أسماك المبروك الفضي وتمـــت هـــذه الدراسة فى ستة أحواض أرضية مستطيلة الشكل . مساحة كل حوض على حدة ربع فـــدان ممـــثلة فىســـتة معاملات (ثلاث مستويات من زرق الدواجن ١٥٠-٣٠٠-٤٥٠ كجم زرق دواجن/فدان أسبوعياً وكثافتين من الأسماك ٣٢٠٠ و ٤٨٠٠ سمكة/فدان).وأمتدت التجربة عشرين أسبوعا أسفرت النتائج عن الآتى:

زيـــادة أوزان وأطوال الأسماك بزيادة معدل التسميد وأنخفاض الكثافة. وأوضح التقييم الأحصائى للنتائج أن الأختلافات فى وزن وطول الأسماك للمعدلات كانت معنوية.

الأسمدة الغير العضوية In organic Fertilizers

التســـميد الكيماوى يعتبر أرخص وسائل توفير الغذاء للأسماك عن طريق تنميته للغذاء الطبيعى في أحواض الأسماك وهذا الغذاء الطبيعى عباره عن كائنات حيه دقيقة نباتية وحيوانية (بلانكتون نباتى وحيوانى). والأسمدة الغير عضوية تشمل

١- الأسمدة الفوسفاتية (السوبر فوسفات الأحادى والثنائى والثلاثى).

٢- الأســـمدة النتروجينية (نترات الصوديوم والبوتاسيوم والكالسيوم-نترات الأمونيوم-الأمونيا السائلة واليوريا) .

٣-أسمدة الكالسيوم (كبريتات الكالسيوم – هيدروكسيد الكالسيوم- الحجر الجيرى كربونات الكالسيوم).

٤-الأسمدة البوتاسيه (الكينيت Kainit) حيث يستخدم فى الأراضى قليلة القلوية.

والأسمدة الغير عضوية تتكون من عناصر أوليه هى النتروجين والفسفور والبوتاسيوم وهى توجد عادة فـــى الســـماد فـــى صوره بسيطة تذوب لتعطى أيونات النترات ،الأمونيا، الفوسفات، البوتاسيوم .أما الكالسيوم والماغنسيوم والكبريت التى قد توجد بالصدفه تسمى بالعناصر السمادية الثانوية..أما العناصر الـــنادرة مـــثل الـــنحاس والزنك والبورن والمنجنيز والحديد والموليبدنيوم يمكن أن توجد فى الأسمدة بكمـــيات قليله جداً. وإذا وجدت كل العناصر الأولية فى سماد واحد يطلق عليه سماد كامل . والجدول رقم (١٨) يوضح أهم الأسمدة الكيماوية ومكونا تها .

جدول (١٨) أهم الأسمدة الكيماوية ومكونا تها.

السماد	نتروجين N	فوسفور P_2O_5	بوتاسيوم K_2O
سوبر فوسفات	-	١٨-٢٠	-
(ثنائى أوثلاثى)	-	٣٢-٥٤	-
نترات الأمونيوم	٣٣-٣٥	-	-
كبريتات الأمونيوم	٢٠-٢١	-	-
ميتا فوسفات الكالسيوم	-	٦٢-٦٤	-
نترات الكالسيوم	٥-١٥	-	-
فوسفات الأمونيوم	١١-١٦	٢٠-٤٨	-
نترات البوتاسيوم	١٣	-	٤٤
كبريتات البوتاسيوم	-	-	٥٠

الزيادة فى الأنتاج السمكى نتيجة التسميد الغير عضوى يختلف كثيراً لكن أنتاج السمك عادة يزداد أكثر من الضعف من خلال تطبيق وأستخدام برنامج تسميدى مناسب فعلى سبيل المثال فان تجارب التسميد لاحواض البلطى والمبروك العادى والبورى فى مصر والتى سمدت ب ١٠ كيلو جرام من سماد اليوريا مع ٣٠ كيلو جرام من سوبر فوسفات الكالسيوم للفدان كل أسبوعين ... أعطت أنتاج وفير من الأسماك.

الجدول رقم (١٩) يوضح تأثير أستخدام الأسمدة الكيماوية على زيادة الأنتاج السمكى.

النوع	النسبة المئوية للزيادة	نوع السماد المستخدم
البلطى الموزنبيقى	١٧٠-٤٤٠	سوبر فوسفات
البلطى النيلى	٣٤٠	سوبر فوسفات
المبروك العادى	٧٥٢-٩٤٥	سوبر فوسفات: سلفات الأمونيوم
المبروك العادى	١٣٧	NPK ٢ : ٨ : ٨
القراميط	٥٦٥	NPK ٢: ٨ : صفر
القراميط	٤٧٦	NPK٢ : ٨ : ٨
البورى	١٦٧	سوبر فوسفات
البورى	٨٩	سوبر فوسفات ويوريا

فـــى أندونيســـيا أثبتـــت التجارب أن إضافة ٤٥ كجم/ هكتار سنوياً من السماد الفوسفاتى سوبر فوسفات إلي أحواض أستزراع أسماك البلطى كان أكثر أفاده فى الأنتاج السمكى للمزرعه.
فى أوربا التسميد ب ٢٥-٣٠كجم /هكتار (سوبر فوسفات) أعطت أنتاج كافى من المبروك العادى.
فـــى الابامـــا (الولايات المتحده) سمدت الأحواض المسترزعه باسماك البلطى ب ٢٢٫٥ كجم/ هكتار بسماد ٥ نتروجين – ٢٠ فوسفور – ٥ بوتاسيوم كان له أكبر الأثر فى دفع الأنتاج للأمام .
وأســتعمال الأســمدة الكــيماوية فى الأستزراع السمكى مشابة تماماًلأستخدامها فى الأستزراع النباتى فأســتعمال الأســمدة يبنى على أساس تحليل التربة ونتائج تحليل التربة تستعمل لحساب معدل السماد المطلـــوب .والطبـيعة المختلفة لطمى الأحواض والماء يختلف كثيراً باختلاف صفات التربة لذا معدل السماد المناسب الذى تحتاجه الأحواض ليس واحد فى كل الأحواض فى المناطق المختلفة.
وقياســات الشــفافية عن طريق قرص سكى تعطى فكره عن كثافة البلانكتون وتحديد ما أذا كان هذا السماد المطبق مناسب أم لا وهذا يسمح بظبط معدل التسميد .
والتســميد بكمــيات صــغيره وعلى فترات قصيرة أفضل بكثير من وضع الأسمده بنسبة كبيرة وعلى فــترات طويلة مما يتسبب فى فقد الأسمدة وعدم الأستفاده بها علاوة على التأثير السئ علىجودة المياه فالمعروف علمياً أن الفوسفور يتم تثبيته فى التربه (يدمص على حبيبات الطمى).
وعموماً... يجب أن يوقف التسميد الكيماوىوالعضوى فى الحالات الأتية
١- أنخفاض المخزون السمكى بالحوض إلي حد كبير عن الحدود المسموح بها.
٢- أنخفاض رؤية قرص الشفافية لأقل من ٣٠ سم .
٣- فـــى شـــهور الشـــتاء خاصة التسميد العضوى وعلى العكس يتم زيادة التسميد للضعف فى أشهر الصيف .
٤- يوقف التسميد قبل أسبوعين من الحصاد .

ويجـــب المحافظـــة دائمـــاً علـــى خصوبة المياة فى الأحواض السمكية (اللون المائل للأخضرار) باستخدام التسميد الكيماوى والعضوى مع التأكد من سلامة المعاملات باستخدام قرص الشفافية .

الباب السابع

تغذيه الأسماك ونوعية المياه

Fish feeding and water quality

تضـــاف الأغذية إلى أحواض العديد من أنواع الأسماك وذلك بغرض زيادة الإنتاج عن ذلك المتحصل عليه فى الأحواض المسمدة فعلى سبيل المثال فلقد وجد Swingle (1968) أن إنتاج أسماك tilapia Java قـــد زاد مـــن ٢٢٤٠ كجم/هكتار فى الأحواض المسمدة إلى ٦٠٥٠ كجم/هكتار وذلك بالنســـبة للأحـــواض المضاف لها أغذيه إضافية أما بالنسبة لأسماك القرموط فقد وجد أنها وصلت إلى ٤٠٠كجـــم/هكتار فى الأحواض المسمدة بينما زادت هذه الكميه لتصل إلى ٣٠٠٠-٤٠٠٠ كجم/هكتار فى الأحواض المضاف لها أغذيه إضافية .

<u>كفاءة تحويل الغذاء</u> Conversion of feed to fish

إن الأغذيـــة المضـــافة إلى الأحواض عاده ما تستهلك كاملة بواسطة الأسماك وتحويل الغذاء إلى نمو فى الأسماك عاده ما يوضع فى صوره قيمه يرمز لها بالرمز (S) فى المعادلة التالية.

S = كمية الغذاء المضاف بالكيلوجرام ÷ كمية الأسماك الناتجة بالكيلوجرام.

وهـــذه القيمة تتراوح ما بين ١ر٢ – ٤ أو قد يزيد عن ذلك ويتوقف ذلك على نوع الأسماك ونوعـــية الغـــذاء المقدم لهذه الأسماك فعلى سبيل المثال نجد أن قيمة S هذه بالنسبة لأسماك القرموط تـــتراوح مـــا بيـــن ١ر٢ – ٤ ولكنها فى أسماك Fathead minnows تتراوح ما بين ٢ر٣-٨ر٣. وعـــاده ما تضاف الأغذية فى صوره جافه (٩٠-٩٥ % مادة جافه) فى حين أن الأسماك تحتوى على نسبه عالية من الرطوبة (٢٠-٧٥ % مادة جافه) فإذا ما وجدنا أن إضافة ٥ر١كجم من الغذاء أدى إلى زيادة وزن الأسماك بمقدار ١ كجم على أساس الوزن الطازج فان قيمة S فى هذه الحالة تساوى ٥ر١ ولكـــن على أساس الوزن الجاف نجد أن كمية الأسماك الناتجة تكون ٢٥ر٠كجم وعلى ذلك فان النسبة فـــى هـــذه الحالـــة تكون ١:٦ (محسوبة على أساس الوزن الجاف للأسماك) اكما أن هناك بعض من مكونات العليقه لا تستفيد منها الأسماك وتخرج الى مياه الحوض فعلى سبيل المثال نجد أن ٥ كجم من الفضـــلات تصل إلى مياه الحوض وذلك لكل كجم من وزن الأسماك. وهذه الفضلات تشمل المركبات العضـــوية والـــتى تتحلل لتعطى عناصر معدنية وتستهلك أكسجين وهذه العناصر المعدنية تستخدم فى تغذيـــة الفيتوبلانكتون وبالتالى يزدهر فى الحوض وعند إضافة كميات كبيره من الغذاء الى الأحواض

فاذا لم تتحول كلها الى لحم ووصلت الى مياه الحوض فى صورة فضلات فان معظم الأكسجين اللازم لاتمـــام العملـــيات الكيميائيه المختلفه (COD) لاينتج مباشره من فضلات الغذاء فقط. وأشار Boyd (1973) أن كمـــية الـــ COD الناتجة بواسطة الفيتوبلانكتون وذلك فى خلال موسم نمو مقداره ١٨٠ يـــوم كانـــت ١٢٤٠٠ كجـــم/هكتار. كما وجد أن كمية الـــ COD الناتجه من مخلفات عمليات التمثيل الغذائـــى الـــتى تتم بواسطة الأسماك وكذلك الناتج من الغذاء الغير مأكول بواسطة الأسماك خلال هذه المـــدة كان ٢٤٠٠ كجم/هكتار ولذلك فان الـــCOD الراجع الى المخلفات التمثيليه والغذاء الغير ماكول بواســـطة الأســـماك الموجـــودة فـــى الحـــوض تصل إلى حوالى ٢٠% من كمية الـــCOD الناتج بالفيتوبلانكـــتون(٢٤٠٠ ÷ ١٢٤٠٠) × ١٠٠ . والمواد الأخراجية للأسماك وكذلك الغذاء الغير مأكول تعتـــبر مســـئوله بدرجـــه كبيره عن معظم نمو الفيتوبلانكتون. أما Lovell وآخرون (١٩٧٤) فقد استطاعوا إنتاج ٣٣٧٠ كجم/هكتار من أسماك القرموط باستخدام ٤٤٥٠ كجم/ هكتار من الغذاء (S = 1.32) وبفـــرض أن نسبة المادة الجافة فى الغذاء هى ٩٥ % ونسبة المادة الجافة فى الأسماك ٢٥% ففـــى هـــذه الحالـــة نجـــد أن ٤٢٢٨ كجم من العليقه/هكتار (ماده جافه) قد استخدمت فى تكوين ٨٤٢ كجـــم/هكتار من الأسماك (وزن جاف). لذلك نجد أن ٣٣٨٦ كجم/هكتار (٤٢٢٨-٨٤٢) قد وصلت الى الحوض فى صورة مادة جافه ناتجه عن عمليات التمثيل الغذائى وكذلك أغذيه غير ماكوله بواسطة الأســـماك. ومعظـــم هـــذه المخلفات تكون فى صوره ثانى أكسيد الكربون وأيضاً تتواجد كذلك كميات معقولـــة من النتروجين والفوسفور فى هذه المخلفات. وعندما غذيت أسماك القرموط على غذاء يحتوى علـــى ٥٫٧٩% نتروجيـــن ،١٫٢٦% فوسفور على أساس الوزن الجاف وجد أن نسبة هذين العنصرين فى أجسامها قد وصلت إلى ١١٫١٧ ، ٤٫١١ من وزن الأسماك الجاف على التوالى. ولذلك فإن ٢٤٤ كجـــم/هكتار من النيتروجين ، ٥٣ كجم/هكتار من الفوسفور تصل إلى الحوض فى صورة غذاء ولكن ٩٤ كجـــم/هكتار هى التى تحتجز فى جسم الأسماك ولذلك فإن كمية النيتروجين والفوسفور التى تصل إلـــى مياه الحوض فى فضلات الأسماك هى ١٥٠ كجم ، ١٨ كجم/هكتارعلى التوالى وكمية الفوسفور هـــذه تعادل ٤١٫٢ كجم/هكتار من سماد P_2O_5كما أن هذه الكميه تكافئ نصف الكميه من هذا السماد واللازمـــه لإعطاء أقصى إنتاج ممكن من أسماك ال Sunfish-bass. أما كمية الأزوت الموجوده فى هذه الفضلات فإنها تصل إلى ضعف كميه النتروجين الواجب إضافتها فى صوره سماد للحصول على أعلى إنتاج من أسماك الـــ Sunfish – bass ومما لاشك فيه أن العناصر الغذائية التى تصل إلى المياه عن طريق الغذاء المضاف إلى الأحواض تعتبر أكفأ من العناصر الغذائية التى تصل إلى مياه الحوض فـــى حاله التسميد كل أسبوعين وذلك من حيث تشجيع نمو الفيتوبلانكتون. ومعدلات التغذية تزداد مع

زيـــادة أوزان الأسماك المرباة فى الأحواض كما هو موضح فى جدول (٢٠) كما يراعى زيادة معدل الـتغذية فـــى أواخر الصيف والخريف. كما تضاف الأسمدة أحياناً إلى أحواض تربية أسماك القرموط وذلـــك فى فصل الربيع بغرض زيادة كمية البلانكتون فى الحوض وتشجيع نمو الكائنات النباتيه الناميه تحت سطح الماء under water macrophytes وعندما تزداد معدلات التغذيه فإن نمو البلانكتون قد يكون أكبر من الأحواض المسمدة.

جدول (٢٠) بيانات نمو أسماك القرموط فى التجربة السابق الإشارة إليها .

الفترة	وزن الأسماك عند بداية موسم النمو (كجم/هكتار)	وزن الأغذية المضافة يومياً أثناء النمو (كجم/هكتار)
١١مارس – ١١ أبريل	٤٥	١ر١
١٣أبريل – ٣٠ أبريل	٧٢	٢ر٨
١ مايو – ٢٠ مايو	١١١	٥ر٦
٢١ مايو – ١٠ يونيه	١٩٧	٨ر٤
١١ يونيه – ٢يوليه	٣٣٣	١٧ر٩
٣يوليه – ٥ أغسطس	٦٣٦	٢٨ر٠
٦ أغسطس– ٣٠ سبتمبر	١٣٦٨	٣٣ر٦
١ أكتوبر– ٤ نوفمبر	٢٨١٦	٤٤ر٨
٥ نوفمبر – ٧ نوفمبر	٢٢ر٤	٢٢ر٤

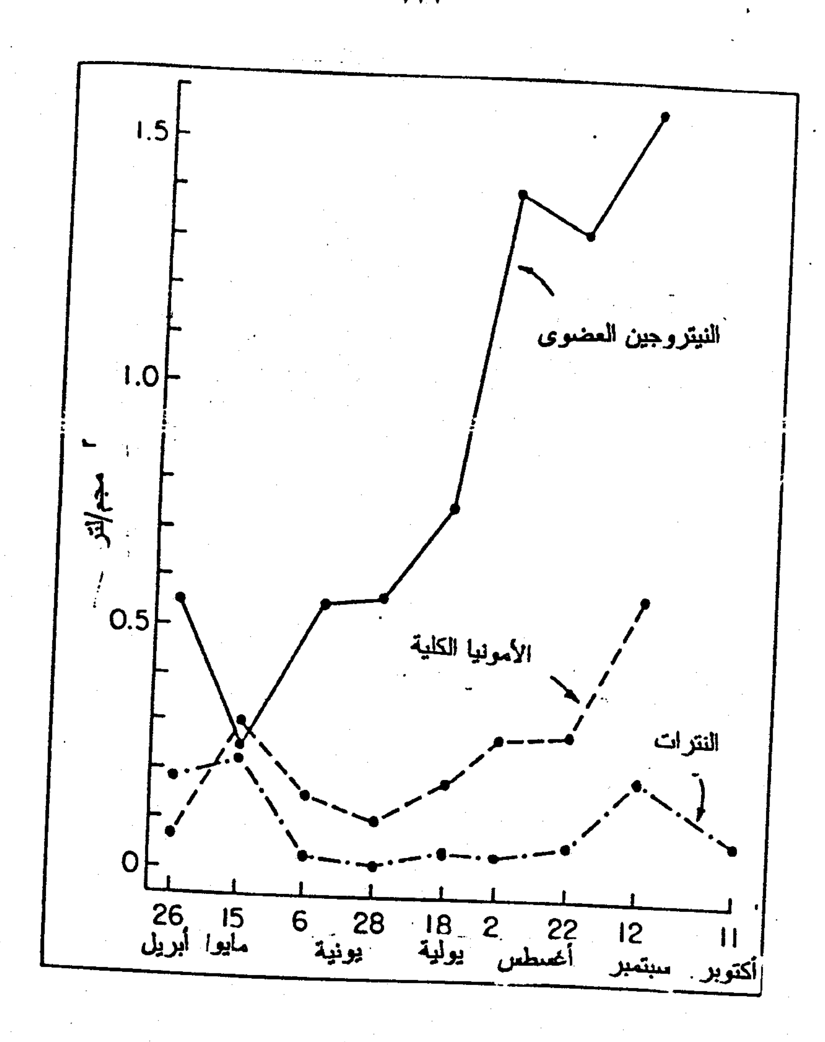
<u>**صفات المياه فى أحواض تربية أسماك القرموط**</u>

Water quality in channel catfish ponds

فـــى تجربه قام بها Boyd (1974) تم قياس التغيرات التى حدثت فى بعض صفات المياه فى ٩ أحواض من أحواض تربيه أسماك القرموط وذلك أثناء موسم النمو والغذاء الذى كان يحتوى على ٣خلطات مخـــتلفة من مكونات التعليقة وكانت كل خلطه تستخدم فى ثلاثة أحواض وفى هذه التجربه وضعت الأسماك بمعـــدل كثافة مقداره ٧٤٠٠ سمكه للهكتار، وبدأت التغذية فى ٢٠ أبريل ١٩٧٣ وكان الغذاء يوضع ٦ أيام فـــى الأسبوع بمعدل ٣ % من وزن جسم الأسماك (الكتلة الحية) حتى وصل المعدل إلى ٤٥ كجم/ هكتار. وكـــان مـــا حصل عليه كل حوض هو ٤٤٥٠ كجم/هكتار وفى ١٥ أبريل إلى أول يوليه استخدم ٣٨ كجم /هكـــتار مـــن السوبرفوسفات الثلاثى ٥٢٪ كجم/هكتار من سماد NH_4NO_3 وذلك برشها فوق سطح المياه الموجـــودة فى الأحواض التسعة وفى هذا البحث لم يلاحظ الباحث وجود أى فروق معنوية فى صفات المياه

الموجـــودة فـــى الأحواض التسعة والتى كانت تتغذى على ثلاث علائق مختلفة والبيانات التى تم جمعها فى هـــذه التجربه لصفات المياه مبينه فى الأشكال رقم (٣٤)، (٣٥) ، (٣٦). وقد زادت تركيزات ال NO_3-N فـــى فصـــل الربـــيع والخـــريف فى حين زادت تركيزات النتروجين العضوى والأمونيا الكلية كلما تقدم الموســـم (شكل ٣٤) ولكن الأمونيا لم تصل الى المستوى السام فى أى حوض من الأحواض موضع التجربة أمـــا الفوسفور الكلى والأرثوفوسفات الذائبة فقد أرتفع تركيزها قليلاً أثناء موسم النمو (٣٥) أما تركزات الـــ COD ، BOD فكانـــت عالـــية أثناء الفترات التى وصل فيها كلورفيل (أ) إلى تركيزات عالية اما تركيز الأكسجين الذائب DO (شكل ٣٧) فكان أقل من درجة التشبع بالأكسجين أثناء فترة التجربة. ثم استخدمت ٥ أحـــواض مـــن أحـــواض تربـــية أسماك القرموط ووضع فيها ٧٤٠٠ إصبعيه/هكتار من أصبعيات أسماك القـــرموط وتـــم تغذيـــتها بمعـــدل ٣% مـــن وزن جسم الأسماك لليوم. وكان أكبر معدل للتغذيه هو ٦٠ كجـــم/هكتار وذلك فى أوخر فصل الصيف وكان تركيز الكلورفيل (أ) يزداد من ١٥ ميكروجرام فى إبريل الـــى ١٧٠ ميكروجرام / لتر فى أوائل شهر سبتمبر وبالنسبه لمدى الرؤيه بواسطة قرص سكى فقد أنخفض مـــن أكثر من ١٠٠ سم فى الربيع الى اقل من ٢٠ سم فى أواخر الصيف وكانت تركيزات المقاييس المختلفه لصـــفات المـــياه قد تغيرت طبقا لتغير كثافة البلانكتون - أما الأمونيا الكلية فقد زادت فى كل الأحواض مع مرور الوقت حيث ارتفعت إلى ١مجم/لتر فى آخر فصل الصيف. وفى فترات ما بعد الظهر كانت درجة ال pH مـــرتفعه وتركـــيز الأمونيا ٥ر٠مجم/لتر. وبالرغم من أن تركيزات الأمونيا لم تصل بعد الى المستوى المميت بالنسبة للأسماك إلا أن هذه التركيزات قد وصلت فى بعض الأحوال الى المستوى الذى يضعف نمو أســـماك القرموط. ولذلك فان الأمونيا من الممكن أن يكون لها تأثير سالب على نمو الأسماك. أما تركيزات النيتريت فكانت عادة بين ١-١٠ ميكروجرام/لتر ولذلك فانها كانت أقل من المستوى المميت بالنسبة لأسماك القـــرموط. أمـــا تركيز غاز ثانى أكسيد الكربون فى الصباح الباكر فقد ازداد فى أواخر الصيف وكانت قيم غـــاز ثانى أكسيد الكربون قد تراوحت بين ٦-١٠ مجم/لتر عند الفجر أما تركيز غاز الأكسجين الذائب فكان عـــاده أقـــل من ٢ مجم/لتر فى كل الأحواض وذلك خلال شهرى أغسطس وسبتمبر. بالرغم من أن تركيز الأكســـجين الذائـــب قـــد أزداد وبســـرعة بعد طلوع الشمس كما أن التهوية قد منعت أى أضرار قد تحدث للأسماك من نقص الأكسجين .

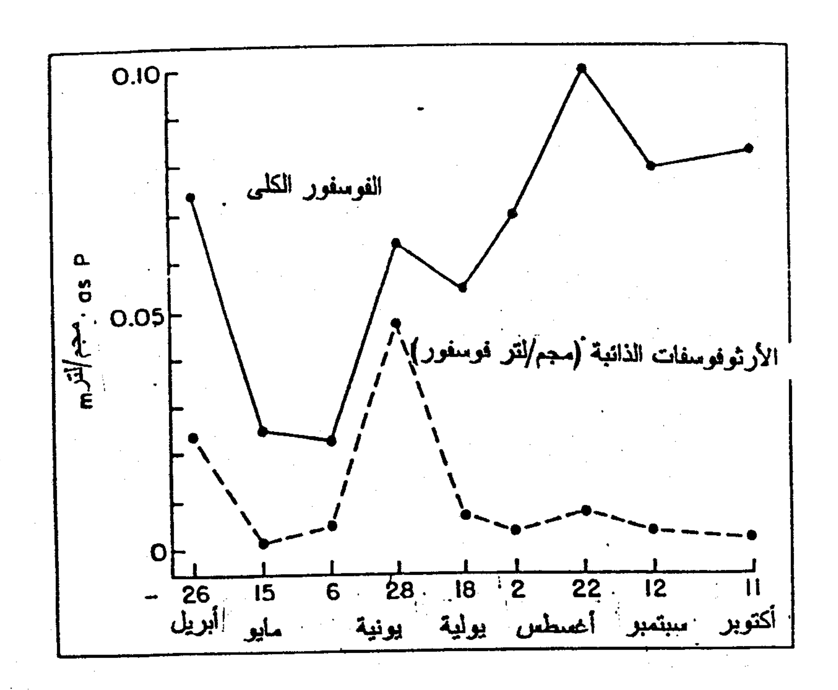
وفـــى الـــتجربة الثانـــية الـــتى أجريت فى جامعة اوبورن فان الأحواض التى وضع فيها أسماك القـــرموط بمعـــدل مقـــداره ٤٩٤٢ ، ١٠٠٠٧ ، ٢٠٣٨٥ أصبعية للهكتار كما أن كل معامله تم تكرارها ٦ مـــرات وكـــان أقصـــى معدل تغذيه يومى كان ٣٤ ، ٥٦ ، ٧٨ كجم/هكتار على التوالى قد تمت فى فصل الصيف فى شهر أغسطس.



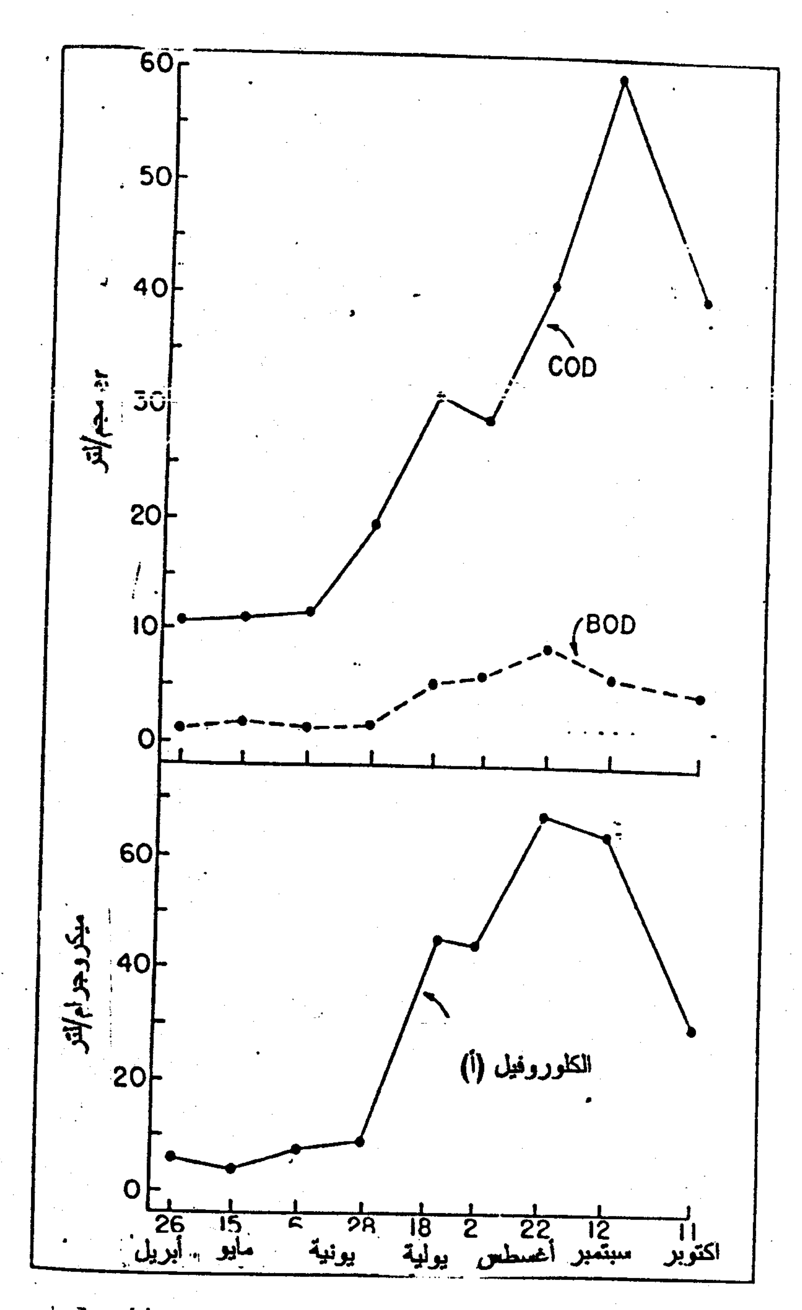
شكل (٣٤): التغيرات الموسمية فى تركيز الصور المختلفة من النيتروجين فى أحواض أسماك القرموط المغذاة على علائق مصنعه

وفى هذه التجربة لم تستخدم اى مصادر للتهوية فى أى حوض من الأحواض الثمانى عشر وذلك لزيادة كمية الأكسجين ومنع موت الأسماك. وفى المعاملات التى كانت كمية الغذاء بها منخفضة فلم يكن هناك اى مشـــاكل فـــى نقص الأكسجين الذائب كما كانت نسبة الحيوية للأسماك فى هذه الأحواض ٩٩ر١% وفـــى المعاملـــة المتوسطة انخفض تركيز الأكسجين الذائب إلى أقل من ٢ مجم/لتر كما وصلت نسبه الحيوية للأسماك فى الأحواض التى تحصل على هذه المعاملة إلى ٩٢ر٧ % أما بالنسبة للمعاملة الثالثة

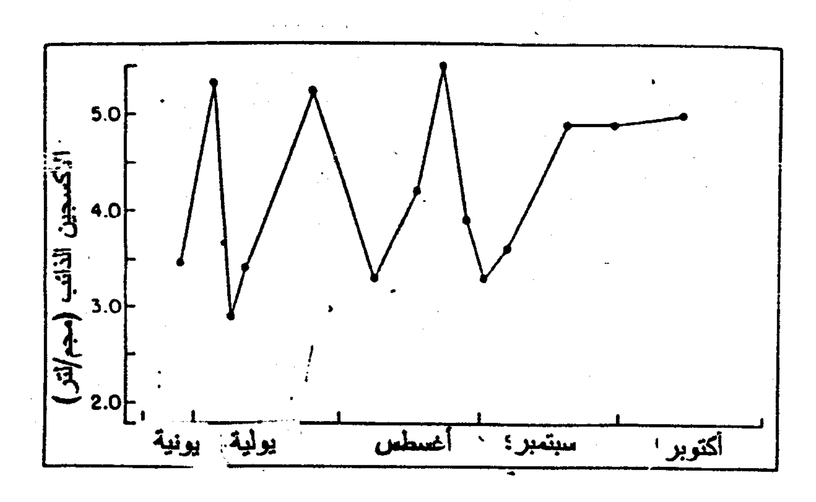
وهى أكبر المعاملات من حيث معدل تسكين الأسماك فكان تركيز الأكسجين الذائب عند الفجر أقل من ١ مجـــم/لـــتر وفى بعض الأحوال إنخفض الى أقل من ١ مجم/لتر أثناء شهرى أغسطس وسبتمبر وقد حدث نفوق لبعض الأسماك الموجودة فى ثلاث أحواض من الأحواض الستة التابعة للمعاملة الثالثة إلا أن نســبه حيوية الأسماك وصلت إلى ٦ر٨٢% لهذه المعاملة. أما تركيزات النترات والأمونيا فلم تصل إلـــى المســـتوى القاتل بالنسبة لاسماك القرموط فى الأحواض كلها بالرغم من أن تركيز الأمونيا الغير متايـــنه غالبا ما زادت عن ٧٥ر٠ مجم/لتر أثناء فترات ما بعد الظهر فى الأحواض التى حصلت على المعامله الثالثه كما أنها قد أثرت على نمو الأسماك .



شــكل (٣٥): التغـــيرات الموسمية فى تركيز الأرثوفوسفات الذائبة والكلية فى أحواض أسماك القرموط المغذاة على علائق مصنعه (Boyd, 1979)



شـكل (٣٦): التغيرات الموسمية فى تركيز الكلوروفيل (أ) وصور الأكسجين المختلفة فى أحواض أسماك القرموط المغذاة على علائق مصنعه (Boyd, 1979)



شكل (٣٧): التغيرات الموسمية فى تركيز الأكسوجين الذائب فى الصباح الباكر فى أحواض أسماك القرموط المغذاة على علائق مصنعه (Boyd, 1979)

أما محصول الأسماك الكلى فقد زاد فى المعاملة التى حصلت على أقل كميه من العلف المصنع إلى المعاملة التى حصلت على أعلى كمية من هذا العلف بالرغم من أنه من المعتقد أن متوسط وزن الأسماك قد إنخفض حيث وصل الإنتاج فى المعاملة الأولى إلى ٢٩٩٣ كجم/هكتار من الأسماك أما المعاملة الثانية فكان محصول الأسماك فيها ٤٠٩٧ كجم/هكتار والمعاملة الأخيرة كان إنتاجها ٤٨٥٨ كجم/هكتار. وفى تجربه أخرى قام Dunseth(١٩٧٧) بوضع أسماك القرموط مع بعض الأنواع الأخرى التى تتغذى على البلانكتون وقد حصل هذا الباحث على أعلى إنتاج من الأسماك مع إستخدام معدلات التغذية العالية مع التسميد المكثف ولكن كانت الأحواض تحتاج لعمليات التهويه فى الصباح الباكر لمنع موت الأسماك. كما لوحظ أن محصول أسماك القرموط لم يزيد ولكن إنتاج الأسماك الكلى قد إزداد مرتين عن الأحواض التى أحتوت على أسماك القرموط فقط.

الباب الثامن

الأكسجين الذائب Dissolved oxygen

تـؤدى عمليات البناء الضوئى photosynthesis التى تحدث فى أحواض تربية الأسماك إلـى إنـتاج كمـيات كبيره من الأكسجين والتى تعمل على تشبع الماء السطحى فى هذه الأحواض بالأكسـجين الذائب وذلك أثناء ساعات النهار. ويستخدم الأكسجين باستمرار فى تنفس الكائنات الحية الموجـودة فـى الأحـواض ولكـن فى ساعات النهار نجد أن عملية التمثيل الضوئى عاده ما تنتج الأكسـجين بمعدل أسرع من معدل إستخدام الأكسجين فى التنفس ولذلك فإن تركيز الأكسجين الذائب عـاده مايبقى عالياً. وفى أثناء الليل فان المصدر الوحيد للأكسجين الذائب هو عبارة عن ذلك الجزء الـذى يصل إلى ماء الأحواض عن طريق الأنتشار diffusion من الهواء الجوى وهذا الجزء نادراً ما يزيد عن ذلك المفقود بواسطة التنفس ولذلك فان الأكسجين الذائب عاده ما يتناقص باستمرار أثناء الليل .

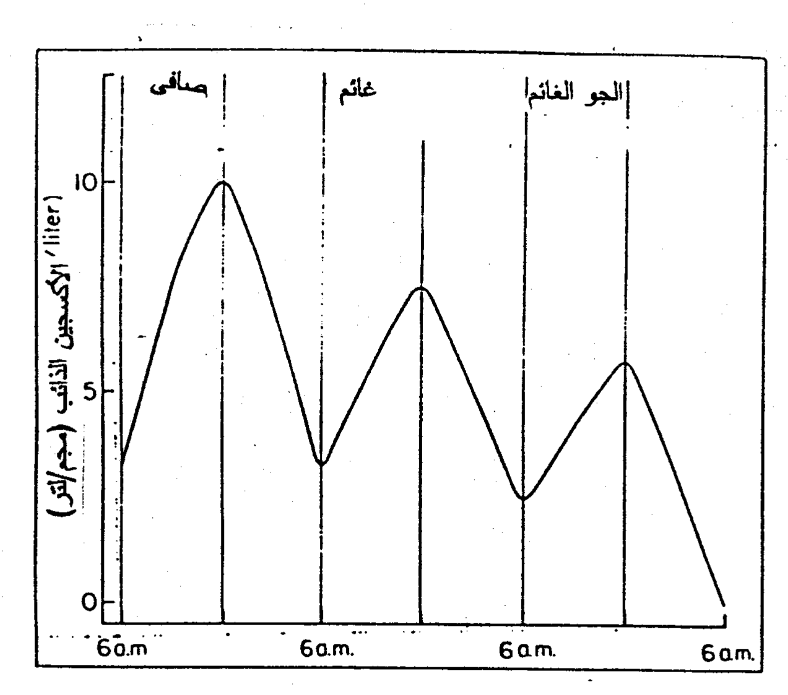
ومعـدل أسـتهلاك الأكسجين أثناء الليل يعتبر من الأمور الهامه فى عمليات إدارة أحواض تربية الأسماك وذلك لأن الأسماك سوف لا تستطيع مواصلة حياتها إذا كانت كمية الأكسجين اليومية التى تحتاجها هذه الأسماك أكبر من تلك التى تنتج فى أثناء فترات الإضاءة (أى فترات عمليات البناء الضـوئى). كمـا يـؤدى موت وتحلل الفيتوبلانكتون إلى انخفاض تركيز الأكسجين الذائب فى مياه الأحواض .

<u>إحتياجات الأكسجين الذائب أثناء فترات الليل</u> : Nighttime Demand for dissolved oxygen

عندما تحتوى الأحواض على الفيتوبلانكتون المزدهر بكميه كبيره فان ذلك يؤدى إلى انخفاض كبير فى تركـيز الأكسـجين الذائـب أثناء الليل وهذا يؤدى إلى نفوق الأسماك. وبصفة عامه يمكن القول بان تركـيزات الأكسـجين الذائب فى الصباح الباكر تكون منخفضة خصوصاً فى الطقس المظلم أو الغائم لفـترات طويلـة مقارنـه بالطقس الصافى وذلك لان الجو الغائم عاده ما يكون مصحوبا بانخفاض فى كـثافة الإضاءة وهذا بالطبع يؤدى إلى نقص كفاءة عمليات البناء الضوئى ولذلك فإن كميات الأكسجين الذائـب والمتكون فى فترات الغيوم تكون أقل من كمية الأكسجين الذائبة والتى تتكون فى الفترات التى يكـون الجـو فيها صافياً ولذلك فان كميه قليله من الأكسجين الذائب هى التى تكون ميسره لإستخدامها بواسطة الكائنات الموجودة فى الأحواض وذلك أثناء الليل كما أن مستوى الأكسجين الذائب إذا أنخفض

بدرجـــه كبـــيره فإنه يمثل خطوره على حياة هذه الكائنات وخاصة بعد أيام قليله من الجو الملبد بالغيوم كما هو واضح من شكل (٣٨).

وفـــى بعـــض الأحيان نجد أن الفيتوبلانكتون الموجود فى الأحواض لا ينتج الأكسجين بمعدلات كبيره حتى فى الأيام ذات الطقس الصافى وقد يكون ذلك راجعاً إلى نقص بعض العناصر الغذائية اللازمه لـــنمو الفيتوبلانكتون ولذا فان إضافة الأسمدة فى مثل هذه الحالات يؤدى إلى تنبيه نموالفيتوبلانكتون وزيادة الأكسجين الناتج من عمليات البناء الضوئى. ولكى نفهم ديناميكية الأكسجين الذائب أثناء ساعات الليل جيداً فـــى أحـــواض الأســـماك لابد أولاً من دراسة كل عامل على حده من العوامل التى لها علاقة باحتياجات الأكســـجين أو العوامـــل التى تؤثر فى الأكسجين الذائب فى الأحواض وهذه العوامل تشمل تنفس الأسماك والبلانكـــتون والكائنات الحية الموجودة فى الطين. كما أن الأكسجين الذى ينتقل بواسطة الانتشار يجب أن يؤخذ فى الاعتبار وذلك لانه يعتبر مصدر الأكسجين الذائب أثناء فترات الليل .



شـــكل (٣٨): التغـــيرات اليومية فى تركيز الأكسجين الذائب فى أحواض الأسماك وذلك فى الأيام الصافية والغائمة

الانتشار Diffusion

إن الماء الموجود فى أحواض تربية الأسماك عاده ما يكون مشبع جيداً بالاكسجين الذائب فى الساعات الأولى من الليل ولذلك فان الأكسجين يحدث له إنتشار من الماء الى الهواء. ومعامل انتقال الأكسجين الى الهواء من الصعب حسابه ولكن يمكن القول بأن معدل فقد الأكسجين يكون عالى جدا عندما تكون درجة تشبع الماء بالاكسجين الذائب كبيره جداً Supersaturation. وقد أظهرت نتائج بعض التجارب أن كمية الأكسجين التى تنتقل من الماء الى الهواء أثناء الليل تزيد عن ٤ ملليجرام/لتر فى الأحواض التى يكون تركيز الأكسجين فيها ٢٠٠% من درجة تشبعها بالأكسجين وذلك عند قياس تركيز الأكسجين فيها فى ساعات النهار المتأخره . والبيانات التى تم الحصول عليها فى هذه التجارب استخدمت فى تقدير متوسط كمية الأكسجين التى تضاف الىماء الحوض أثناء ساعات الليل وكذلك كمية الأكسجين التى تفقد من الماء الى الهواء خلال نفس الفتره وذلك عند نسب مختلفه من التشبع الماء بالاكسجين أثناء الليل.

وهده القيم تم حسابها للأحواض التى لها عمق مقداره ١ متر ولكن يجب ضبط هذه القيم بالنسبه للاحواض المختلفه فى العمق. فعلى سبيل المثال اذا كان عمق الحوض ٦ر٠متروكانت درجة تشبع الماء بالأكسجين هى ١٥٠% ففى هذه الحاله نجد أن كميه الاكسجين التى سوف تفقد تساوى ٤٧ر٢ ملليجرام/لتر [-٤٨ر١ (١÷٦ر٠)] وبالمثل فان الأحواض التى عمقها ٢ متروالتى يصل تركيز الأكسجين الذائب فيها ١٥٠ % درجه تشبع فى هذه الحاله فان كمية الأكسجين التى سوف يحدث لها انتقال مقدارها -٧٤ر٠[-٤٨ر١ (١÷٦ر٠)] وعلى ذلك نجد أن كلما زاد العمق أدى ذلك الى تناقص الكميه التى تفقد من الأكسجين الى الهواء الجوى.

تنفس الكائنات الموجودة فى الطين Mud Respiration

لقد وجد Mezainis سنة ١٩٧٧ أن الأكسجين المستهلك بواسطة الطين فى حوضين لأسماك القرموط تتراوح ما بين ٨-٧٠ ملليجرام أكسجين , ٢٠-١١٤ ملليجرام أكسجين لكل متر مربع فى الساعه على التوالى. كما أن كمية الأكسجين المستهلك الكلى فى كلا الحوضين أرتفع فى فصل الربيع وفصل الخريف عنه فى فصل الصيف. كما أشار Schroeder سنة ١٩٧٥ أن تنفس الكائنات القاعيه benthic respiration فى أحواض الأسماك يتراوح ما بين ٤٢- ١٢٥ ملليجرام للمتر المربع للساعه الواحده. وببساطه يمكن القول بان طين الأحواض التى لها عمق مقداره ١ متر له معدل استهلاك لالأكسجين مقداره ٣٠ ملليجرام/متر مربع/ساعة وإذا حسبت هذه الكميه لمدة ١٢ ساعة.

فأنهــا تســاوى ٣٦٠٠ ملليجرام لكل متر مربع. ونظرا لان المتر المكعب من الماء أكبر من المتر المربع لسطح الطين فهذا يؤدى الى تقليل كمية الأكسجين الذائب والتى تصل إلى ٣٦ر٠ ملليجرام/لتر فــى ١٢ ســاعة. والدراســات التى أجريت على الأحواض تم تطبيقها على نطاق واسع فى الإمداد بالعناصــر الغذائــية. وكانــت القــيم المتوسطة للدراسات التى تم الحصول عليها هى ٦١ ملليجرام أكسجين/متر مربع للساعة.

الأسماك Fish

إن معــدل التنــفس فى الأسماك يختلف تبعاً للنوع والجنس ودرجة النشاط والحالة الغذائية ودرجــة الحرارة وكذلك عوامل أخرى. فقد وجد أن كمية الأكسجين المستهلكة والتى تم حسابها على تسعه أنواع مختلفة من أسماك المياه العذبة كانت تتراوح ما بين ٦٥-٢١٠ ملليجرام أكسجين/كجم فى الســاعة وذلــك عــندما كانت درجة الحرارة ١٧-٢٠ °م. وفى إحدى التجارب وجد أن الأكسجين المســتهلك بواســطة خمســة أنواع من الأسماك تم ترييضها (أى بذلت مجهود) وجد أن الأكسجين المســتهلك فيها تراوح ما بين ٢٦٦-٨٨٨ ملليجرام أكسجين لكل كجم/ساعة وفى تجربة أخرى وجد أن الأكســجين المســتهلك بواســطة أســماك القرموط ((Ictalurus catus تزيد عن ٦٠ ملليجرام/كجــم/ساعة فى درجة حرارة مقدارها ١١°م وأرتفعت لتصل إلى ٢٧٥ ملليجرام أكسجين/كجم/ساعة وذلــك فى درجة حرارة مقدارها ٢٥ °م. ولقد وجد Andrews and matsuda (1975) أن قيم ال Q_{10} كانــت ٩ر١ ، ٣ر٢ وذلك بالنسبه لأسماك القرموط التى غذيت جيداً والأسماك التى تم تصويمها علــى الــتوالى. وقــيمة الــ Q_{10} عباره عن معامل يقيس كمية الزيادة فى كمية الأكسجين المستهلك عــندما تــزيد درجــة الحــرارة بواقــع ١٠ درجات مئويه. وأستهلاك الأكسجين يزداد بزيادة كمية الأكســجين الذائــب. فعلى سبيل المثال وجد أن أسماك القراميط channel catfish استهلكت ١٥٠ ملليجرام أكسجين/كجم/ساعة وذلك عندما كان تركيز الأكسجين الذائب ٢ ملليجرام/لتر أكسجين ذائب ولكــن هذا المعدل يزيد يصل إلى ٥٠٠ ملليجرام/كجم فى الساعة وذلك عندما كان تركيز الأكسجين ٧ ملليجرام/لــتر أكسجين ذائب والأسماك التى تم تغذيتها تستهلك كميه من الأكسجين أكبر من تلك الــتى تم تصويمها والأسماك الصغيرة الحجم تتميز بان معدلات التنفس فيها أكبر من الأسماك الأكبر فى الحجم. والمعادلة التى تستخدم فى حساب معدلات التنفس للأسماك ذات الأحجام المختلفة هى :-

$$Y = a\,X^{0.8}$$

حيث أن :- Y= هو كمية الأكسجين المستهلكة لكل سمكه فى الساعة .

a = هو عباره عن الجزء المقطوع من محور y .

X = هووزن السمكة بالجرام .

وهذه المعادلة يمكن إستخدامها لمعظم أنواع الأسماك. والأكسجين المستهلك بواسطة اسماك القرامـــيط channel catfish والـــتى تمـــت تربيتها فى درجة حرارة مقدارها ٣٠°م وذلك باستخدام المعادلـــة الســـابقة كانت تقريبا ٨ر٠ ، ٤٥ر٠ ملليجرام أكسجين/جرام من وزن الجسم للساعة وذلك بالنســـبة للأسماك التى بلغ وزنها ٥٠، ٥٠٠ جرام على التوالى وهذه النتائج أمكن الحصول عليها من الأبحاث التى قام بها Andrews and matsuda(1975) وقد قام نفس البأحثان بإجراء تجربه على أســـماك القرامـــيط والتى تم تغذية مجموعه منها والمجموعة الأخرى تم تصويمها ومنها تم حساب معادلات انحدار عن طريقها يمكن حساب معدل استهلاك الأكسجين كما فى المعادله التاليه :-

$$\text{Log}_{10}\ O_2\ \text{consumption (mg } O_2\text{/g fish/hour)} = -0.999 - 0.000957\,W + 0.0000006W^2 + 0.0327\,T - 0.0000087\,T^2 + 0.00000WT \qquad (8.1)$$

حيث أن W = وزن السمكة بالجرام ،T = درجة الحرارة (مئوية).

وتقديـــر استهلاك الأكسجين عن طريق المعادلات التى أمكن الحصول عليها يتم فقط تحت ظـــروف الـــتجارب فقـــط وهى التى أمكن عن طريقها حساب هذه المعادلات. وتختلف الأسماك فى الحجـــم ودرجة النشاط وكذلك كمية الغذاء التى تحصل عليها كما أن تركيز الأكسجين الذائب وكذلك درجـــة الحـــرارة تتغـــير يومياً فى ماء الحوض. وبالرغم من أن البيانات التى أمكن الحصول عليها معملياً تعطى نتائج تقريبية عن تقدير الأكسجين المستهلك بواسطة الأسماك المرباة فى الحوض فعلى سبيل المثال نجد أنه عند درجة حرارة ٢٨°م وعندما يكون وزن الأسماك ٢٥٠٠ كجم/هكتار بالنسبة لاسماك القراميط التى تزن ٤٠٠ جرام فى المتوسط لكل منها والتى ربيت فى أحواض عمقها مقداره ١ مـــتر فقد أستهلكه هذه الأسماك ما يوازى ٢٦ر١ ملليجرام /لتر أكسجين ذائب فى ١٢ ساعة وهذه النتـــيجة أمكن الحصول عليها على أساس أن كل سمكه تستهلك٤٢ر٠ مليجرام أكسجين لكل جرام من وزن الجســـم لكل ساعة. فالحوض يحتوى على٦٢٥٠ سمكه (٢٥٠٠كجم/هكتار÷ ٤ر٠ كجم/سمكه) ولذلك فانه فى خلال ١٢ ساعة فإن الأسماك سوف تستهلك ٦ر١٢كجم أكسجين (٦٢٥٠سمكه× ٤٢ر٠ مللـــيجرام O_2 /مللـــيجرام من وزن السمكة فى الساعة ×٤٠٠جرام/ سمكه× ١٢ ساعة). ولذلك فان ٦٢٥٠ سمكه فى ١٠٠٠٠ م^3 و١ جرام/متر^3 يساوى ١ ملليجرام/ لتر والأكسجين الذائب سوف يقل بمقدار ٢٦ر١ملليجرام/لتر (١٢٦٠٠ جرام أكسجين مستهلك ÷ ١٠٠٠٠م^3).

الأكسجين اللازم للعمليات الحيويه: Biochemical oxygen Demand (BOD)

إن الأكسجين اللازم للعمليات الحيويه في ماء الأحواض ينتج من تنفس البلانكتون والبكتريا. وقد وجد أن متوسط ال(BOD) في مياه الأحواض والمستهلك في مزارع الإنتاج المكثف للأسماك يتراوح مابين ١٢ر٠-٧١ر٠ ملليجرام أكسجين/لتر في الساعة بمتوسط مقداره ٢٩ر٠ ملليجرام أكسجين/التر في الساعة. أما Boyd (1973) فلقد أوضح أن BOD في الأحواض التي تم تسميدها أو التي تم إمدادها بالغذاء تراوحت ما بين٠٢ر٠-٣٣ر٠ مللجرام/لتر لكل ساعة وذلك بمتوسط مقداره ٤ر٠ ملليجرام/لتر في الساعة. وفي دراسة أخرى قام بها نفس الباحث وجد أن BOD في بعض أحواض أسماك القرموط catfish قد وصلت الى٧ ر٠ ملجرام/لتر/ساعة . كما أن قيم الـ BOD تعتمد على درجة الحرارة وكثافة البلانكتون وتركيز المادة العضوية وبعض العوامل التي ترتبط بها الدراسة الأخيرة أشارت النتائج بان هناك إرتباط قوى موجب بين الـ chemical oxygen Demand (COD) وبين الـ ((BOD . ومعادلة معامل الانحدار المتعدد التالية تستخدم في التنبؤ بBOD وذلك عن طريق COD والتي لها معامل تحديد Coefficient of determination مقداره ٨٥ر٠(وهو معنوى عند ١٠ر٠%)

$$\text{BOD in mg/Liter/hour} = -1.006 - 0.00148C - 0.000012C^2 + 0.0766T - 0.00144T^2 + 0.000253T \quad (8.2)$$

حيث أن:

C = COD ملليجرام/ لتر   T = درجة الحرارة (مئوية).

ومعادلة الانحدار المتعدد التالية تستخدم للتنبؤ ب BOD وذلك باستخدام قرص الشفافية Secchi disk transparency له معامل تحديد مقداره ٠,٨٢ (p< ٠,٠١)

$$\text{BOD in mg/Liter/hour} = -1.133 + 0.00381S + 0.0000145\ S^2 + 0.0812T - 0.000749T^2 - 0.000349ST \quad (8.3)$$

حيث أن S = قراءة قرص الشفافية

T = درجة الحرارة (مئوية).

المعادلة التي تعتمد على درجة الحرارة وقراءة قرص الشفافية Secchi disk visibility من الواضح أنها مفيدة ونافعه بالنسبة لمربي الأسماك عن تلك التي تعتمد في حسابها على COD وبالرغم من ذلك فان هذه المعادلة هي الوحيدة التي يمكن تطبيقها وذلك عندما يكون البلانكتون هو المصدر الرئيسي للعكاره Turbidity أما إذا حدثت عكاره في الأحواض بواسطة حبيبات الطين

فـــان المعادلـــة الســـابقة هى التى تستخدم فى حساب COD وذلك لتقدير BOD. وال BOD فى الأحـــواض يختلف كثيراً ولكن فى معظم الأحواض من المحتمل أن يكون هذا المصدر هو المصدر الهـــام لفقـــد الأكسجين . فعلى سبيل المثال إذا كان الـــ BOD هو ٥ر٠مليجرام/لتر فى الساعة فان التـــنفس بواســـطة البلانكـــتون مـــع البكتريا يعملان على إزالة ٦ ملليجرام/لتر وذلك فى خلال فتره مقدارها ١٢ ساعة.

التنبؤ بمقدار النقص فى كمية الأكسجين الذائب أثناء الليل:

Prediction of nighttime dissolved oxygen decline.

أحواض أسماك القرموط catfish ponds

إن البيانات الموجودة فى شكل (٣٩) توضح التغيرات اليومية فى كمية الأكسجين الذائب فى الأحـــواض المســـتخدمة فى مزارع الأسماك ذات النظام المكثف فى التربية. وهذه البيانات يمكن أن يســـتفيد مـــنها مـــربى الأســـماك وذلـــك باستخدامها فى التنبؤ بمقدار النقص الذى يحدث فى تركيز الأكسجين الذائب أثناء ساعات الليل عندما يكون هناك إزدهار بدرجه كبيره للفيتوبلانكتون ومثل هذه التنـــبؤات تعتبر هامة بالنسبة لمربى الأسماك وذلك لانه عن طريقها يستطيع أن يعرف مدى الحاجة إلـــى عملـــيات الـــتهوية فى الأحواض وبالتالى الأستخدام الأمثل للأجهزة اللازمة لإمداد بالأكسجين لأحواض التربية المكثفة .

أستخدام الكمبيوتر:

المعـــادلات الرياضـــيه الـــتى تســـتخدم فى التنبؤ بتركيزت الأكسجين الذائب فى البحيرات الطبيعـــية natural lakes والمجارى المائيه تعتبر من العمليات الصعبة بالمقارنة بالأحواض ولذلك فـــان إســـتخدام المعـــادلات وحسابات الكمبيوتر فى التنبؤ بكميه الأكسجين الذائب فى مياه الأحواض تعتـــبر أكثر دقه ويمكن الاعتماد على نتائجها من الناحية العملية. وكمية الأكسجين الذائب التى تبقى فـــى مـــياه الحـــوض يمكن حسابها من المعادلة التاليه والتى فيها يوضع تركيز الأكسجين الذائب فى صورة ملليجرام/لتر.

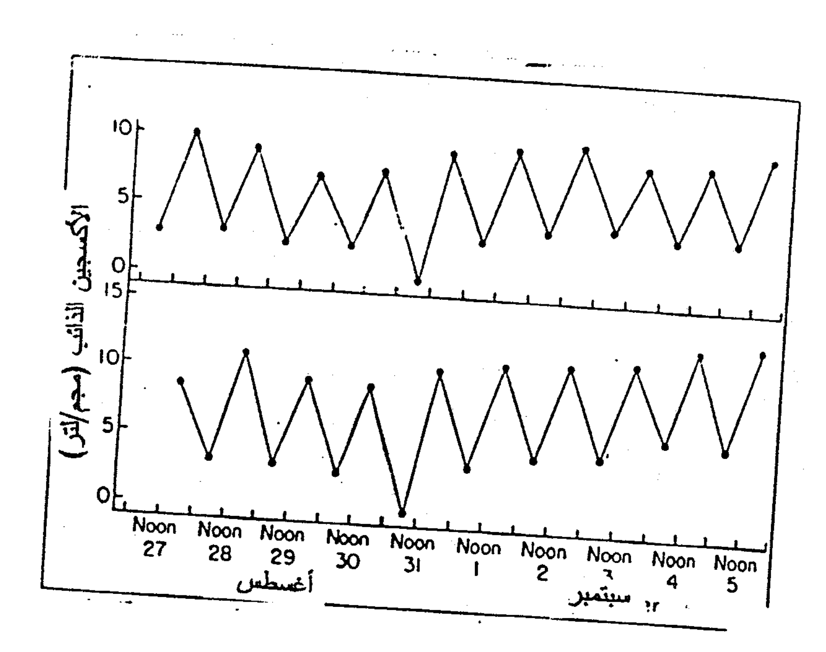
$$DO\ dawn = DO\ dusk \pm DOdf - DOf - DOm - BOD \qquad (8\text{-}4)$$

حيث أن

DO dawn = تركيز الأكسجين الذائب فى الصباح الباكر

DO dusk = تركيز الأكسجين الذائب فى المياه عند الغروب

DOdf = كمية الأكسجين المفقودة بواسطة الانتشار.
DOf = كمية الأكسجين المستهلك بواسطة الأسماك
DOm = كمية الأكسجين المستهلك بواسطة الكائنات الموجودة فى الطين.
BOD = كمية الأكسجين المستهلك بواسطة البلانكتون



شكل (٣٩): التغيرات اليومية فى الأكسجين الذائب فى حوضين من أحواض تربية أسماك القرموط (Malca, ١٩٧٦).

وفـــى هـــذا الـــبرنامج نجد أن الـــ Mud respiration تم وضعه كقيمه ثابتة مقدارها ٦١ مللـــيجرام أكســـجين/مـــتر مربع فى الساعة والفقد الناتج من الأكسجين الذائب من الماء فى صورة ملليجرام/لتر يتم ضبطه طبقاً لعمق الحوض. والطين الموجود فى قاع الحوض والملامس للماء الغير محـــتوى على هواءanaerobic water لا يحتاج مباشرة إلى أكسجين ولذلك فإذا كانت مساحة قاعدة

الحوض المغطى بهذا الماء معروفه ففى هذه الحاله يجب ضبط كميه الأكسجين الذائب والذى فقد عن طـــريق تـــنفس الكائنات الموجودة فى الطين . Mud respiration أما بيانات الانتشار Diffusion والـــتى تـــم وضعها فى الجدول(٢١) فأنها إضيفت إلى البرنامج كداله لدرجة تشبع الماء بالأكسجين. وكمية الأكسجين فى هذه الحالة تتروح ما بين ٥٠-٢٥٠ % من درجة تشبع الماء بالهواء. والمعادلة (٨-١) والـــتى تم وضع مكوناتها فى البرنامج وكمية الأكسجين المستهلك يُجب ضبطها على حسب عـــدد الأسماك المرباه فى الحوض. والأكسجين المستهلك بواسطة الفيتوبلانكتون BOD فى حوض تربية الأسماك يقدر فى البرنامج من خلال COD فى المعادلة (٨-٢) وكذلك من قراءة قرص الشـــفافية فى الحوض من المعادلة (٨-٣). ودرجة حرارة الماء تعتبر عامل متغير لكل مكونات هذه المعادلـــة فـــيما عدا الـــ Mud respiration والنتائج المتحصل عليها عن طريق الكمبيوتر تستخدم عملـــياً وذلـــك لـــتقدير مقدار التهوية اللازمه والتى تحتاجها الأسماك أثناء ساعات الليل فى أحواض تربيه أسماك القرموط. وكثيراً من مربى الأسماك يستخدموا أجهزه التهويه إذا كانت كمية الأكسجين الذائب فى أحواض تربية أسماك المبروك أقل من ٢ ملليجرام/لتر ولذا فان هذا التركيز يعتبر الدرجة الحرجة لتركيز الأكسجين فى الأحواض .

وفى أثناء ساعات الليل فانه معادلة الأكسجين الذائب (٨-٤) تستخدم وتكون قيم المتغيرات الموجـــودة فـــيها هـــى DO dawn هى ٢ ملليجرام/لتر والمستهلك بواسطة العوامل الأخرى والتى تتمـــثل فى كثافة الأسماك ودرجة الحرارة وكذلك الأكسجين الذائب فى المياه عند الغروب التى تقابل قـــيم قراءة قرص الشفافية الـــ COD وبمعنى آخر فان مدى الرؤية بواسطة قرص الشفافية أو قيم الـــــCOD تـــؤدى إلـــى إنخفاض فى قيمة الأكسجين الذائب بواقع ٢ ملليجرام/لتر وهذه تم حسابها آخذين فى الإعتبار العوامل الأخرى والتى تم حسابها بواسطة الكمبيوتر.

ولإســـتخدام برامج الكمبيوتر فإن مربى الأسماك يجب أن يقدر وزن الأسماك فى الأحواض وذلـــك باســـتخدام معدل التسكين وكذلك مقدار الزيادة فى الوزن أو باستخدام معدل التسكين ومتوسط وزن الأســـماك. كما أن مدى الرؤية بواسطة قرص الشفافية أو CODيجب قياسها فى الفترة ما بين العاشـــرة صـــباحاً والـــرابعة بعـــد الظهر فىحين أن الأكسجين الذائب ودرجة الحرارة يجب أن يتم تقديـــرها عـــند الغروب وفى هذه الحالة يفضل إستخدام قرص الشفافية مقداره ٢٠ سم والذى يحتوى على مربعات ذات ألوان بيضاء وسوداء وهذا النوع هو أفضل الأنواع التى تستخدم فى هذا المجال. ويجـــب قياس تركيز الأكسجين على أعماق مختلفة بفاصل مقداره ٠,٢٥ متر وذلك فى الطبقة العليا التى سمكها متر وبعد ذلك يتم حساب متوسط تركيز الأكسجين فى هذه الإعماق.

جـــدول (٢١): كمية الأكسجين المضافة والمستهلكه بواسطة عملية الأنتشار من وإلى الهواء الجوى أثناء الليل (١٢ ساعه بعد الغروب).

تركيز الأكسجين الذائب عند الفجر (% لتشبع الماء بالأكسجين)	الأكسجين المضاف أو المفقود أثناء الليل (مجم/لتر)	تركيز الأكسجين الذائب عند الفجر (% لتشبع الماء بالأكسجين)	الأكسجين المضاف أو المفقود أثناء الليل (مجم/لتر)
٥٠	+١٫٦٩	١٦٠	-١٫٦٤
٦٠	+١٫٤٩	١٧٠	-١٫٨٢
٧٠	+١٫١٨	١٨٠	-١٫٩٨
٨٠	+١٫٠٠	١٩٠	-٢٫١١
٩٠	+٠٫٧٧	٢٠٠	-٢٫٣٧
١٠٠	+٠٫٤٤	٢١٠	-٢٫٤٢
١١٠	+٠٫١٦	٢٢٠	-٢٫٥٤
١٢٠	-٠٫١٨	٢٣٠	-٢٫٦٧
١٣٠	-٠٫٥٥	٢٤٠	-٢٫٧٦
١٤٠	-٠٫٩٤	٢٥٠	-٢٫٩١
١٥٠	-١٫٤٨		

ولقد أشار (Boyd et al 1978) أن هناك تناقص فى كمية الأكسجين الذائب تحدث وذلك أثـــناء الليل وهذه الكميه تربطها علاقه خطيه بالوقت وذلك فى أحواض تربيه أسماك القرموط ولذلك فإذا تم قياس كمية الأكسجين الذائب عند الغروب ثم أعيد تقديرها مره أخرى بعد مرور ساعتين أو ٣ ســاعات فإنـــه يلاحظ أن تركيزات الأكسجين الذائب يمكن أن توقع على رسم بيانى مع الزمن حيث نحصل على خط مستقيم يصل بين النقطتين وعلى ذلك يمكن عن طريق هذا الخط المستقيم أن نعرف كمية الأكسجين الذائب وذلك عند اى زمن آخر (شكل ٤٠)

وهـــذه الطـــريقة يمكــن أن نـــثق فى نتائجها وذلك لقياس كمية الأكسجين الذائب وذلك فى الصباح الباكر وأصغر فرق بين القيم التى تم قياسها والقيم المحسوبة للأحواض فكانت ١٣ر٠% كما كـــان أكـــبر متوسط مقداره ١٠ر١٠ %. وهذه الطريقة والتى تستخدم فى التنبؤ بمدى الانخفاض فى كمـــية الأكســـجين الذائـــب هـــذه الطـــريقة سهلة الاستخدام مقارنة بتلك المبنية على أساس حسابات الكمبـــيوتر Computer simulation ونظراً لأن هذه الطريقة لا تحتاج إلى اى معلومات عن كثافة

الأسماك أو تنفس البلانكتون لذا فان هذه الطريقة لاتعطى تحذير بانخفاض مستوى الأكسجين الذائب فى الأحواض كما هو الحال فى الطريقة السابقة كما أنه بإستخدام هذه الطريقه فإنه لا يمكن معرفة النقص فى تركيز الأكسجين الذائب إلا بعد حلول الظلام بحوالى ٢-٣ ساعات. وبالتالى لا يستطيع أى شخص عندما تستخدم هذه الطريقة أن يقررالوقت الذى يبدأ فيه فى تشغيل أجهزه التهويه. ولكن هذه الطريقة تعتبر هامة ومفيدة إذا كان مدى الرؤيه بواسطة قرص الشفافية لا يمكن إستخدامه فى تقدير استهلاك الأكسجين الذائب بواسطة البلانكتون والتفاعلات الكيميائيه COD والتى لا يمكن قياسها.

وهناك العديد من مزارع الأسماك التجارية التى تستخدم هذه الطريقة فى التنبؤ بالأحواض الـتى يـنخفض فـيها الأكسجين الذائب أثناء الليل. حيث يتم قياس الأكسجين الذائب مرتين أو ثلاث مرات فى كل ليله فى كل الأحواض ويتم تشغيل أجهزه التهويه فى هذه الأحواض حيث يكون تركيز الأكســجين الذائــب فــى هــذه الأحواض قد إنخفض إلى الدرجة الخطيرة. وهذا يتم تحت الظروف المعملية وذلك لأن تركيز الأكسجين يجب قياسه فى أحواض عديدة كل ليله.

أسماك البلطى Tilapia fish

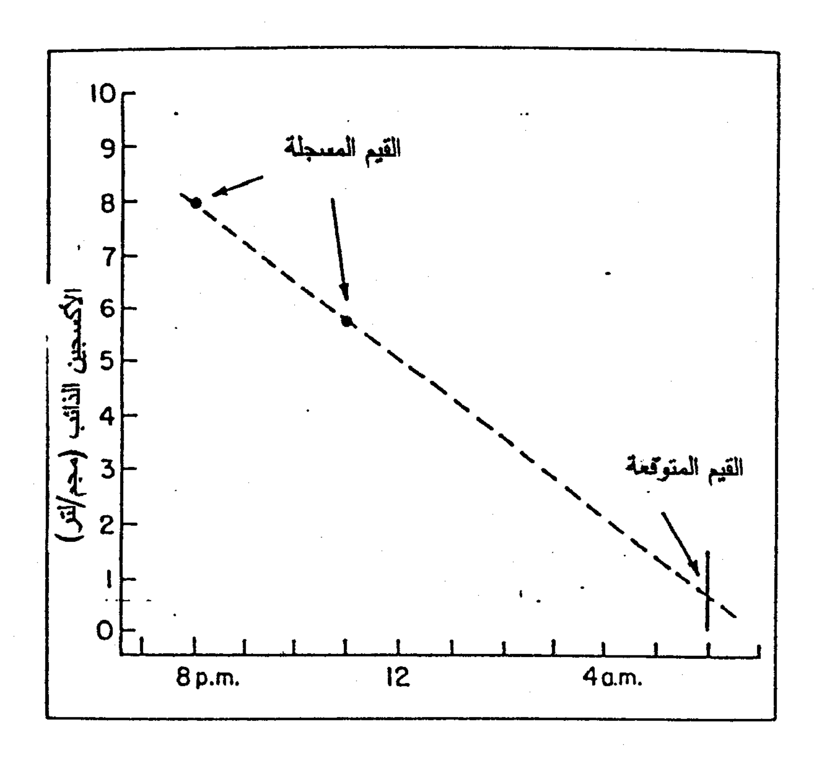
إن طريقة إستخدام الكمبيوتر فى التنبؤ بنقص الأكسجين الذائب فى أحواض أسماك القرموط يمكن إستخدامها لأى نوع آخر من الأسماك وذلك إذا كانت هناك معلومات عن معدل التنفس بالنسبة لهـذه الاســماك وبالمــثل فان هذه المعادلة تعتبر هامه أيضاً فى الأحواض التى يضاف إليها السماد العضــوى والذى يحتاج إلى كمية من الأكسجين والتى يجب حسابها. هذا وقد تم تطوير هذه الطريقة بحيث أمكن إستخدامها فى التنبؤ بمقدار الإنخفاض فى كمية الأكسجين الذائب أثناء الليل فى أحواض تربــية اســماك الــبلطى المغــذى وكذلك فى أحواض أسماك البلطى المضاف إليها السماد. ومعادلة الاكســجين الذائب (المعادلة ٨-٤) يجب أن تشتمل على الأكسجين اللازم للسماد (DOm) والبيانات التى حصل عليها Schroeder كانت على درجة حرارة ١٠ °م ولذلك فأن قيمة Q10 و هي٢ يجب تستخدم لكي تضبط الزيادة في درجة الحرارة.

والمعادلــة العامة التالية لتنفس الأسماك تعتبر مناسبة عندما تكون درجة الحرارة متراوحة مابيــن٢٠-٣٠ °م حيث تستخدم المعادلة التالية (٨-٥) فى حساب كمية الأكسجين المستهلك بواسطة أسماك البلطى .

$$Y = 0.001\ W^{0.82} \qquad (8\text{-}5)$$

حيث أن Y = وزن الأكسجين الذى تستهلكه السمكه فى الساعه بالجرام .

W= هو متوسط وزن السمكه بالجرام .



شكل (٤٠): طريقة تقدير إنخفاض الأكسجين الذائب فى أثناء ساعات الليل.

ومعادلـــة الأكســـجين الذائـــب أثناء الليل تم حسابها بإستخدام ستة أحواض مساحة كل منها ٠٫٤ هكتارو ذلك فى محطة أبحاث الأسماك بجامعة أوبرن Auburn ففى الأحواض الثلاثة الأولى غذيـــت الأسماك على غذاء يحتوى على ٣٦% بروتين خام والذى كان يضاف بنسبة ٣% من وزن الأســـماك يومـــياً وكميات من روث الماشية الطازج أضيف إلى الأحواض الثلاثة الأخرى وأضيف روث الماشـــية بكمـــيات تحـــتوى من البروتين على نفس كميات البروتين الخام المضاف للأحواض الـــثلاثة الأولـــى وبعد ذلك تم قياس كمية الأكسجين الذائب ودرجة الحرارة في فترة ما قبل الغروب وفي الصباح الباكر كما أخذت بيانات مدى الرؤية أو الشفافية باستخدام قرص الشفافية وذلك فى فتره مـــا بعد الظهر وتركيز الأكسجين الذائب تم حسابه عند الفجر وذلك بإستخدام حسابات الكمبيوتر فى

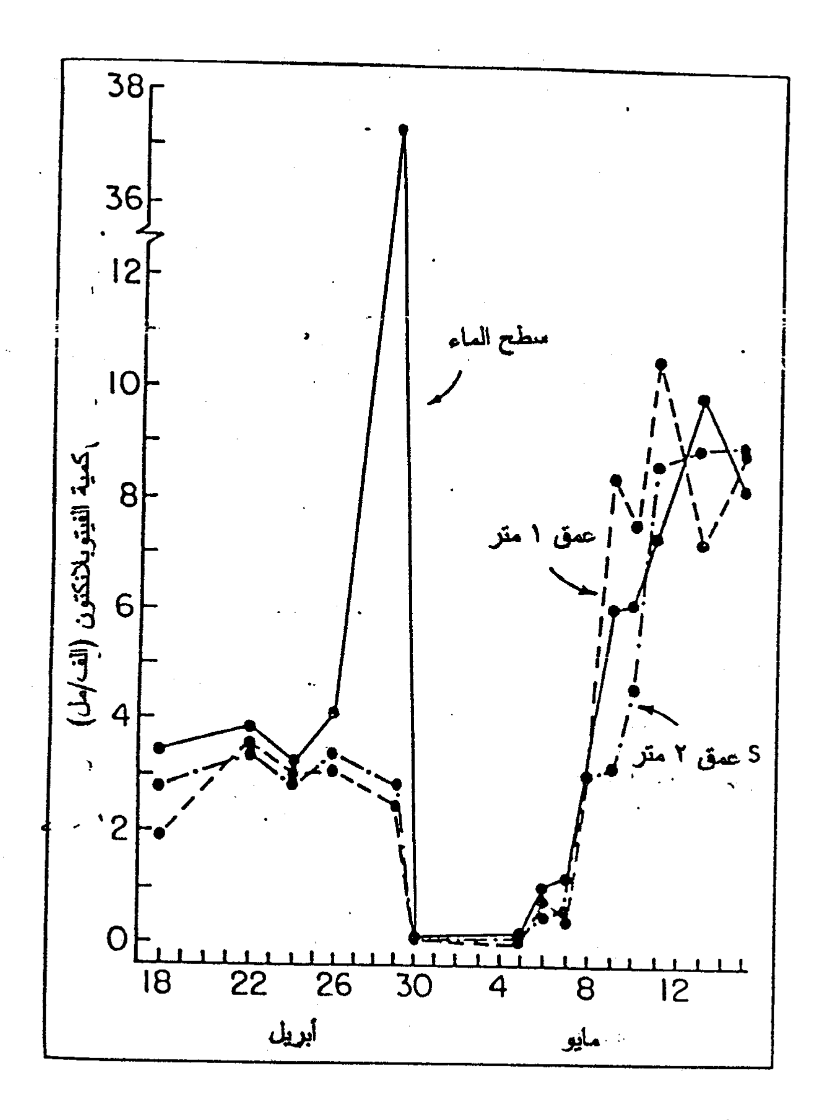
الأحـــواض المغذاة وكذلك في الأحواض التى تم إضافة السماد إليها. وأقل فروق بين كمية الأكسجين التى تم قياسها وتلك التى تم حسابها كانت ٠٦ر٠ ملليجرام/لتر فى الأحواض التى أضيف إليها التغذية الإضافية وكانت هذه الفروق صفر فى الأحواض التى أضيف إليها روث الماشية أما أكبر فرق فكان ٠٥ر١ مللـــيجرام/لتر فى الأحواض التى أضيف إليها العليقة وكانت ٩٤ر٠ملليجرام/لتر فى الأحواض التىأضـــيف إليها روث الماشيه ومتوسط الفرق المطلق بين القيم التى تم قياسها وتلك التى تم حسابها بالنســبة لتركيزات الأكسجين الذائب وذلك بالنسبة للأحواض التى تم إضافة الغذاء المحتوى على٣٦ % بروتيـــن خام والأحواض التى أضيف إليها روث الماشيه فكانت هذه المتوسطات ٤٩ر٠ ، ٣٨ر٠ مللـــيجرام/لـــتر علـــى الـــتوالى. وهذه النتائج مشابهة لتلك التى تم حسابها بالنسبة لأحواض أسماك القـــرموط إلـــى حـــد كبير. كما كانت نسبة الأكسجين المفقود بواسطة تنفس البلانكتون((DOp إلى الأكســـجين الذائب الكلى المستهلك قد وصلت إلى ٧٥% وذلك فى أحواض تربية البلطى وهذه النسبة تقـــل تدريجياً فى موسم النمو نتيجة لتنفس الأسماك DOfبالنسبة للنقص الكلى فى تركيز الاكسجين الذائـــب فى مياه الأحواض كما أن أقصى نسبة استهلكت بواسطة الأسماك DOm،DOf كانت فى الأحواض التى اضيف اليها روث الماشية .

موت وتحلل الفيتوبلانكتونPhytoplankton die –off

إن مـــوت وتحلـــل الفيتوبلانكـــتون وعلاقته بموت الأسماك هو ظاهرة شائعة الحدوث فى أحـــواض الأســـماك وتم الإشارة إليها فى العديد من الأبحاث ويتميز موت وتحلل الفيتوبلانكتون بأنه موت فجائى لكل أو لمعظم الفيتوبلانكتون وهذا يكون مصحوبا بحدوث تحلل للطحالب الميتة. وموت وتحلـــل هذه الكائنات النباتية عادة ما يحدث فى الأيام الساطعة الضوء عندما يكون تركيز الاكسجين الذائـــب كبيرا وتركيز ثانى اكسيد الكربون منخفض ودرجة تركيز ايون الايدروجين pHعالية ولقد وجـــد أن مـــوت وتحلـــل الفيتوبلانكتون فى كندا يحدث فقط عندما يزيد تركيز الكلوروفيل (أ) عن ١٠٠ميكروجرام/لتر .

ولقـــد وجـــد أن طحلب *Anabaena variabilis* يموت ويتحلل وذلك فى أحواض تربية اســـماك القرموط والأحواض التى تحتوى على ازدهار الـــ *A. variabilis* لها كثافة واحدة وذلك فى الماء أثناء أيام الرياح فى مارس وإبريل حيث يكون الجو حار وصافى وتكون الرؤية واضحة .

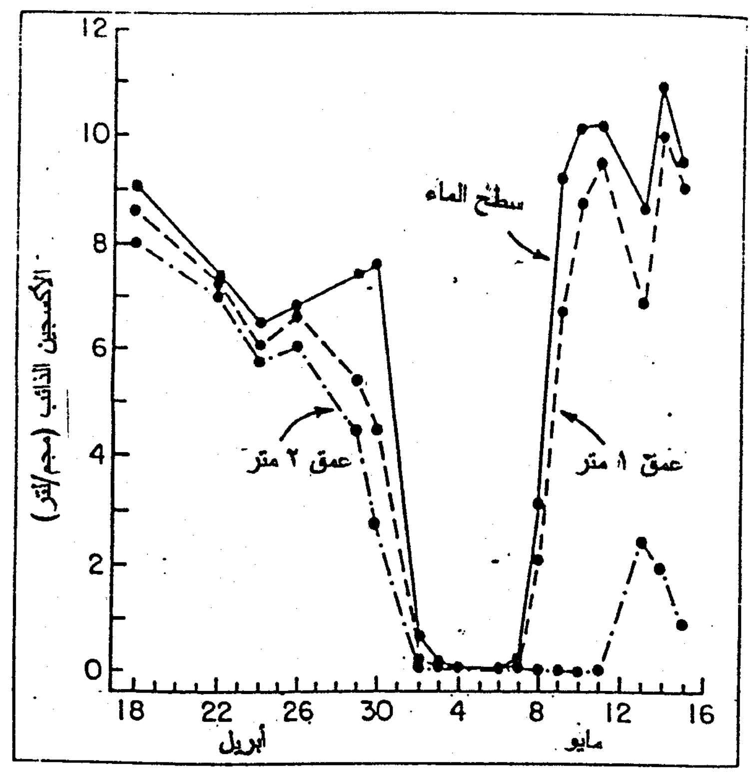
ويصـــبح كل الحوض ذا لون بنى وعكر Turbid مع الانحلال واختفاء الـــ variabilis . A وعند ذلك نادرا ما يلاحظ وجود فيتوبلانكتون حى فى عينات الماء التى تؤخذ من الأحواض نهاية إبريل ومايو (شكل ٤١). وفى أثناء هذه الفترة فان الماء يصبح عكر مع حدوث تحـــلل للطحالـــب



شكل (٤١): كمية الفيتوبلانكتون قبل وبعد موت وتحلل الفيتوبلانكتون فى أحواض تربية الأسماك فى جامعة أوبرن

وكذاك نجد أن عمليات البناء الضوئى تكون قليلة للغاية وبعد ذلك يحدث زيادة سريعة فى نمو الفيتوبلانكـتون حيـث تصبح كميته كبيرة جداً وذلك فى شهر مايو لكن الفيتوبلانكتون الجديد يتكون

بالدرجـــة الأولى من الطحالب الخضراء وكمية من الطحالب الزرقاء. والأكسجين الذائب يقل بسرعة حتى يصل مستواه إلى صفر مللجرام /لتر وهذا يكون متبوعا بموت الــ *A.variabilis* (شكل ٤٢) ويـــبقى على هذا المستوى أو على مستوى قريب من الصفر حتى ظهور الفيتوبلانكتون الجديد وذلك فـــى الفترة ما بين ٥-٨ مايو وفى خلال هذه الفترة فان تركيز الامونيا وثانى أكسيد الكربون عادة ما يـــزيد عـــن ١ ، ١٠ مللـــيجرام /لـــتر على التوالى وفى هذه الفترة فان دخول الماء المحتوى على الأكسجين الذائب إلى الأحواض عادة ما يمنع موت اسماك القرموط.



شـــكل (٤٢): تركـــيز الأكســـجين الذائب قبل وبعد موت وتحلل الفيتوبلانكتون فى أحواض تربية الأسماك فى جامعة أوبرن .

التغير الفجائي فى درجة الحرارة **Sudden thermal destratification**

إن التغـــيرات الحـــرارية الـــتى تحدث فى أحواض الأسماك والتى تنتج أثناء نوبات البرد الطويلـــة وأثناء الرياح الشديدة وأثناء الجو البارد والمطر وعادة ما يلاحظ موت للأسماك بعد حدوث

هذه الظروف والتقلبات فى درجة الحرارة ولقد قامت (١٩٧٦) Foote بتقدير إحتياجات الأكسجين وكذلــك تاثـير التخفـيف الــذى يحدث عند درجات الحرارة المنخفضة وذلك فى خمسة أحواض تم تســميدها حيــث أستنتجت أن الخلط الكامل والفجائى للماء الموجود فى الحوض لايؤدى إلى حدوث إنخفــاض فى درجة تركيز الاكسجين الذائب فى مياة الحوض الى الدرجة الحرجة. وعادة ما يحدث تقليب فى الفترات التى يكون فيها رياح.

الكيماويات السامة. Toxic Chemicals

تــؤدى معاملة الاحواض بمبيدات الحشائش الى قتل كمية كبيرة من النباتات وعند تحلل هذة النــباتات الميتة فإن كل ذلك يؤدى الى حدوث إنخفاض فى تركيز الاكسجين الذائب ومن المواد التى تحمى الاسماك من هذه المواد السامة الفورمالين وبرمنجنات البوتاسيوم.

القياسات التى تمنع موت الأسماك Measures To Prevent Fish Kills

عندما تأكل الأسماك وتنمو بدرجة مناسبة عند توافر مستوى من الأكسجين الذائب مع وجود الأغذيــة الكافيه فإن الأسماك تنمو بدرجة جيده ولكن الأكسجين عادة ما يتناقص تركيزه فى الحوض ويؤدى ذلك إلى موت نسبة من الأسماك ويمكن حساب نسبة النفوق هذه من المعادلة التالية :-

$$\text{Mortality} = C^k t$$

C=تركيز الأكسجين الذائب.

k= قيمة ثابتة تتوقف على نوع الأسماك وظروف الحوض.

t = وقت التعرض لتركيز معين من الأكسجين الذائب.

ومــن الملاحــظ أن تركيز الأكسجين في هذه الحالة يكون منخفض للدرجة التى تستطيع أن تــتحمله الأســماك ولفترة قصيرة ولكن إذا طالت فترة تعرض الأسماك لهذا المستوى المنخفض من الأكســجين فان ذلك يؤدي إلى نفوق الأسماك وفى معظم مجتمعات الأسماك نجد أن بعض الأسماك تمــوت وذلــك عندما تثبت تركيزات الأكسجين الذائب فى الأحواض عند مستوى اقل من ١مجم/لتر لفــترة طويلــة ولذا يجب على مزارعى ومربى الأسماك أن يكون عندهم فكرة عن تأثير التركيزات المنخفضة من الأكسجين الذائب فى مياه أحواض تربية الأسماك حتى يستطعوا منع نفوق الأسماك.

التعرف على مشاكل الأكسجين Identification of oxygen problems

عندما تتحول الطحالب الموجودة فى الأحواض فجأة من الحالة العادية التى يكون اللون فيها أخضــر إلــى اللون البنى أو اللون الرمادى فان ذلك كون متبوعاً بموت وتحلل الفيتوبلانكتون وعند

وجود مثل هذه الظروف فى الأحواض لابد وان يقوم مربى الأسماك بقياس مستوى الأكسجين الذائب فى الأحواض. وإذا لم تتوفر أجهزة قياس الأكسجين الذائب ففى هذه الحالة يجب ملاحظة سلوك الأسماك فى الأحواض حيث نجد أن أعداد كبيره من الأسماك فى الحوض تقترب من سطح الماء وتلهث وتستنشق بعض الهواء الجوى وذلك إذا كان مستوى الأكسجين الذائب فى الأحواض قد وصل الى الدرجة الدنيا التى بعدها تموت الأسماك .

وفى تجربه أجراها (1965) Dendy حيث وجد أن ألواح الخشب التى تم قطعها حديثا والتى تتميز بأنها ذات لون أبيض تصبغ بدرجه ملحوظة إذا ما وضعت فى الماء لفتره تتراوح مابين ٣٠-٥٠ دقيقه أو اقل فى ماء تركيز الأكسجين الذائب يتراوح به يتراوح مابين ١ر٠-٢ر٠ ملليجرام/لتر وهذه الصبغة التى صبغت الخشب راجعه الى التفاعل بين التانين tannin وأيونات الحديدوز Ferrous ions الموجودة بوفره فى الظروف اللاهوائيه الموجوده فى الماء. وأفضل أنواع الأخشاب التى توضح نقص الأكسجين أو التى تستخدم فى هذا الغرض هوAmerican chestnut& chinese chestnut وكذلك whiteoak ، redoak وهناك أنواع أخرى من الأخشاب تستخدم فى معرفة نقص الأكسجين فى مياه احواض تربية الأسماك.

القياسات الطارئة Emergency measures

فى بعض الأحيان يكون من الضرورى تشغيل أجهزه وأدوات التهويه وذلك لمنع موت الأسماك عندما يكون تركيز الأكسجين منخفض فى الأحواض. ولا تصل طرق التهويه الى كفاءة الفيتوبلانكتون فى إمداد ماء الأحواض بالأكسجين ولكن على أى حال فان هذه الطريقة تستطيع أن تمد ماء الأحواض بكميه من الأكسجين الذائب والتى تحافظ على حياة الأسماك حتى تعود المصادر الطبيعية للإمداد بالأكسجين إلى سابق عهدها فى إمداد ماء الأحواض بالأكسجين الذائب. ونظراً لإن التهويه الصناعيه تعتبر مكلفه إلا أن نقص الأكسجين فى مياه الأحواض يؤدى الى زيادة نسبة نفوق الأسماك ولذا فان أصحاب مفرخات ومزارع الأسماك يجب أن يكون لديهم أدوات التهويه الصناعيه والتى يجب استخدامها فى الحالات التى يقل فيها تركيز الأكسجين الذائب فى مياه الأحواض. وأهمية قياس تركيز الأكسجين الذائب فى الأحواض تأتى من أنها تعتبر مؤشر جيد للقيام بالإجراء المناسب لمنع موت الأسماك وذلك فى الحالات التى يقل فيها تركيز الأكسجين الذائب. والأحواض التى يكون الأكسجين الذائب فيها منخفض يجب صرف الماء الموجود منها جزئياً حيث يتم صرف الماء الموجود فى اسفل الحوض ثم يعاد ملئ الحوض بالماء الجديد أو باستخدام الماء السطحى الموجود فى أقرب حوض مجاور وهذا يؤدى الى زيادة التهويه وزيادة تركيز الأكسجين الذائب فى الحوض

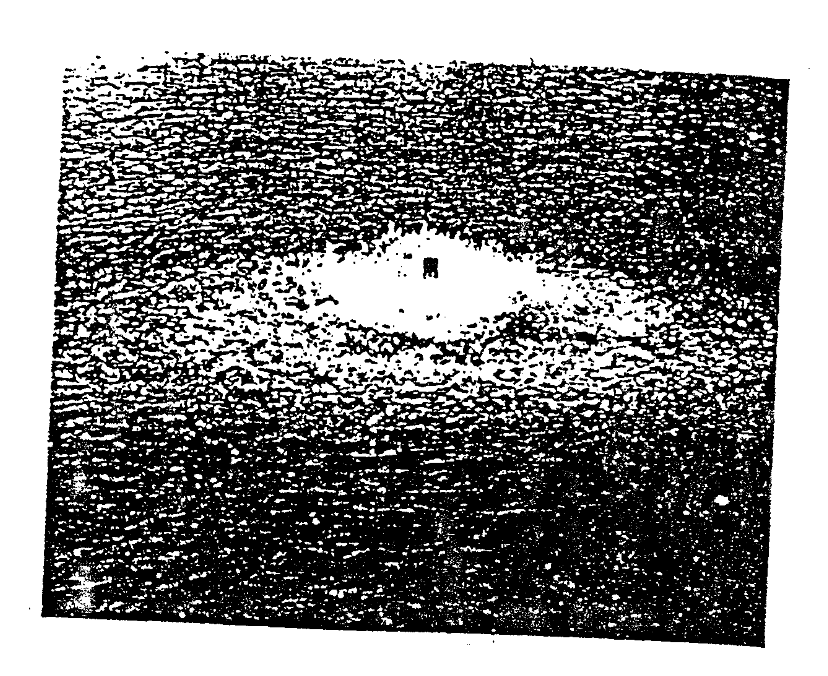
ويجب استخدام الطلمبات والتى تقوم بأخذ الماء الذى يتميز بانخفاض محتواه من الأكسجين وصبه فى الحـوض المجـاور وهـذا يسـاعد على إختلاط وانتشار الهواء الجوى فى الماء وبالتالى تعمل هذه الطلمـبات علـى إستحداث دوامات فى المياه والتى تسهل من نفاذية وانتشار الهواء الجوى فى الماء وبالـتالى يـرتفع تركيز الأكسجين الذائب فى هذه الأحواض. كما يمكن استخدام أنابيب مثقبه توضع داخـل الأحواض ويتم ضخ الهواء الجوى فيها بواسطة الطلمبات وكذلك يمكن استخدام مراوح تعمل على تقليب الهواء الجوى فى الماء كل هذه الطرق تؤدى إلى زيادة درجة ذوبان الأكسجين الجوى فى الماء وبالتالى زيادة تركيز الأكسجين الذائب فى الماء.

ولقد تمت عملية تقييم هذه الطرق باستخدام أحواض مساحة كل منها ٠٫٥٧ هكتار والتى تم قـتل الفيتوبلانكتون فيها بواسطة استخدام مبيدات الطحالب algiciges وذلك للحصول على تركيزات منخفضة من الأكسجين الذائب فى مياه هذه الأحواض .

وفى هذه الدراسة استخدمت أجهزه كهربائية للتهوية بثلاث أحجام مختلفة (وكما هو واضح بالشـكل ٤٣) حيث وضعت كل منها فى حوض وتم تشغيلها لمدة ٤ ساعات ثم تم قياس مقدار التغير فـى تركـيز الأكسـجين الذائب فى مياه هذه الأحواض ولقد أثبتت نتائج هذه الأبحاث أن طريقة ال spray-type surface aerators هـى انسب الطرق للتهوية فى حالة الأحواض الصغيرة . فمثلا وجـد أن الـنوع الأول (٠,٣٣ HP) تعمل على رفع تركيز الأكسجين الذائب وبسرعة وتمنع موت الأسماك فى حالة الأحواض التى مساحتها ٠٫٠٤ هكتار .((Dunseth, 1977

والطلمـبات من نوع ٣٠,٥ cm crisafull pump والتى تصل كفاءتها فى رفع الماء إلى ١٨٫٩ م^{3}/دقـيقه اسـتخدمت هذه الطلمبات فى رفع الماء السطحى الذى يتميز بانخفاض محتواه من الأكسـجين من حوض وقامت بنقله من خلال خرطوم ذو قطر مقداره ٣٠٫٥ سم إلى مكان آخر من نفـس الحوض يبعد حوالى ٣٠ متر عن المكان الذى يرفع منه الماء وهذا أدى إلى إستحداث دورات وأمواج فى الحوض وقد أدى ذلك الى زيادة تركيز الأكسجين الذائب فى هذه الأحواض بنسبه وصلت الـى ١ ملليجرام/لتر أو يزيد قليلا وذلك خلال ٤ ساعات. أما الطلمبات من نوع Crisafulli pump فقـد استخدمت فى ضخ الماء الذى يحتوى على أكسجين ذائب بتركيز ٧٫٨ ملليجرام/لتر إلى حوض آخـر يتمـيز بانخفـاض محـتواه من الأكسجين الذائب وقد أدت هذه العملية إلى رفع درجة تركيز الأكسـجين الذائـب فى هذه الأحواض بدرجه مقدارها ٢ ملليجرام/لتر وذلك بعد ٤ ساعات من هذه العملـية وذلك فى الحوض الذى كان يتميز بانخفاض محتواه من الأكسجين الذائب. وتزداد كفاءة هذه الطـريقة فـى رفـع تركـيز الأكسجين الذائب فى الأحواض إذا أمكن سحب الماء الموجود فى قاع

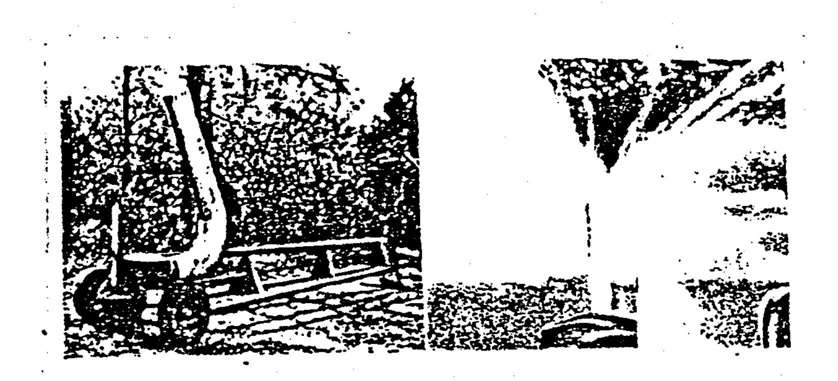
الحــــوض الـــذى يتمــيز بانخفاض محتواه من الأكسجين الذائب ثم إحلال هذا الماء بماء جديد غنى بالأكســـجين الذائـــب بحيث يحتل هذا الماء الجديد سطح الحوض . وفى النهاية تم نزع الخرطوم من الطلمـــبة وتم إحلاله برشاش sprayer والذي هو عبارة عن انبوبه ذات قطر ٣٠٫٥ سم والتى تمتد فوق المضخة ونهاية هذه الأنبوبة مقفولة وتحتوى على عدد كبير من الثقوب يصل عددها ١٢٧ ثقب والـــتى يصل قطر كل منها ١٫٢ سم وهذه المضخة استخدمت فى رفع الماء المحتوى على تركيزات منخفضـــة مـــن الأكسجين إلى الهواء الجوى (شكل ٤٤) حيث تؤدى هذه الطريقة إلى زيادة السطح المعرض من الماء للهواء وبالتالي امتصاص الماء لكمية من الهواء الجوي وقد وجد أن هذه العملية



شكل (٤٣): نموذج لهوايات كهربائية

تؤدى إلى زيادة تركيز الأكسجين الذائب فى الماء بدرجه مقدارها ٣ ملليجرام/لتر بعد ٤ ساعات من عمل الطلمبات. أما الطريقة الثالثة والتى تسمى بدالات التهوية Paddlewheels وهى عبارة عن آله مكونه من محور يحتوى على مجموعه من المجاديف يصل عدد هذه المجاديف إلى ١٢ مجداف طول كل منها ٣٥ سم وعرضه ١٥سم وهذه الاسطوانة المحتوية على المجاديف يتم إدارتها بواسطة جرار

زراعى وعند اختبار هذه الآله فى عمليات تزويد ماء الأحواض بالأكسجين كانت تعمل بسرعة ١٩٠٠ لفــه/دقــيقه وقــد أدى استخدام هذه الطريقة إلى زيادة تركيز الأكسجين فى مياه الحوض بمقدار ٤ مللــيجرام/لــتر بعد ٤ ساعات من تشغيل هذه الآله. وفى تجربه أجريت على أحواض تربيه أسماك القــرموط التى تصل مساحة الحوض فيها ٨٩ر٠ هكتار لتوضيح مدى كفاءة هذه الآله فى تزويد مياه الحوض بالأكسجين الذائب وجد أن تركيز الأكسجين الذائب قد ارتفع من ٢ر١-٥ر٢ مللیجرام/لتر بعد ٣ ساعات من تشغيلها. أما فى الأحواض التى كانت مساحة كل منها ١٢ر١ هكتار فلقد أدى تشغيل هذه البدالات فى الأحواض التى تربى فيها اسماك القرموط إلى زيادة تركيز الأكسجين الذائب من ١-٥ر٣ مللیجرام/لتر وذلك بعد ٥ ساعات من تشغيلها. ومما هو جدير بالذكر أن كل هذه التجارب قد أجريت لــيلاً ولذلك فان الزيادة فى تركيز الأكسجين الذائب لا ترجع بأي حال من الأحوال إلى عملية البناء الضوئى. الذى يحدث بواسطة الفيتوبلانكتون الموجود فى الأحواض ولكنه راجع إلى عمل هذه الآلات.

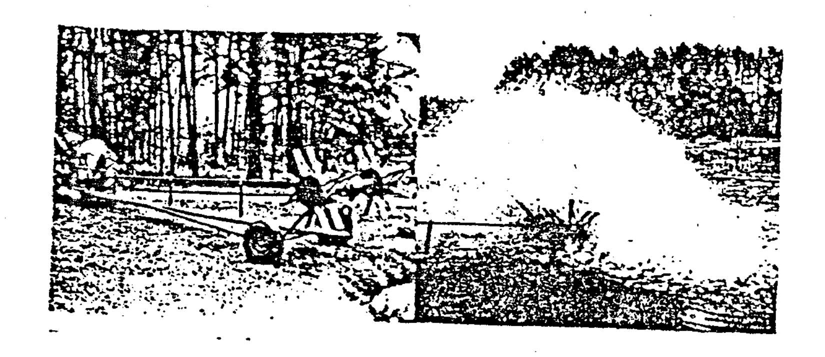


شكل (٤٤): طلمبات التهوية التي تستخدم في رفع الماء

و يمكــن القول بأن طريقة بدلات التهويه Paddlewheels تعتبر اكفأ الطرق فى إضافة الأكســجين الذائب إلى مياه أحواض الأسماك وقد أجريت هذه التجارب فى أحواض تتراوح مساحة كــل مــنها مــا بين ٥٧ر٠ -١٢ر١ هكتار كما أن تركيز الأكسجين الذائب قد ارتفع بدرجة اقل فى الأحــواض كبــيرة الحجم مقارنة بالأحواض الصغيرة. وفى الأحواض كبيرة الحجم (٥-١٠هكتار)

يجــب أن تكون عمليات تقليب المياه فى اكثر من منطقة حتى تستطيع الأسماك أن تتجمع فى الأماكن التى تتم بها عمليات التهوية.

وإذا لم تتوفر المعدات التى سبق أن أشرنا إليها ففى هذه الحالة يمكن استخدام قارب بمحرك motorboat حيــث تــؤدى حركته فى الماء إلى تحريك الماء الموجود فى الحوض وبالتالى يؤدى إلـــى زيـــادة تركيز الأكسجين الذائب فى مياه هذه الأحواض ففى تجربة أجريت لتوضيح كفاءة هذا القـــارب وجد أن القارب الذى له محرك قوته ١٠ حصان ميكانيكى عند تحركه ودورانه بسرعة كبيرة فى جوض مساحته ٤ر٠ هكتار لمدة ٤ ساعات أدى إلى زيادة تركيز الأكسجين الذائب من ٣ر٠ – ٢ مللــيجرام/لتر. ولقد وجد أن معاملة الأحواض ببرمنجنات البوتاسيوم تعتبر طريقه غير فعاله فى حــل مشــكلة نقــص الأكسجين فى أحواض تربية الأسماك حيث تؤدى هذه العملية إلى إعاقة إنتاج الأكســجين بواسطة الفيتوبلانكتون ولذلك فعند معاملة الأحواض بهذه المادة يؤدى ذلك إلى استمرار نقــص الأكســجين فى مياه الأحواض حيث أنها عامل مستهلك قوى للأوكسجين كما أن تركيز غاز ثــانى أكسيد الكربون والذى يتزايد مع انخفاض تركيز الأكسجين الذائب فى مياه الأحواض وجد انه يقل عند معاملة هذه الأحواض باستخدام هيدروكسيد الكالسيوم.



شكل (٤٥): البدالات الهوائية

التهوية الإضافية Supplemental aeration

نظـــراً لان نقـــص الأكسجين الذائب فى أحواض تربية الأسماك فى نظام التربية المكثف يعتـــبر من العوامل الهامة التى تسبب إزعاج مستمر لذلك يجب استخدام أجهزه التهوية وتقليب الماء ســـواء كان ذلك بإجراء هذه العملية بصفة مستمرة أو بصوره متقطعة أو أثناء ساعات الليل للقضاء على إمكانية حدوث نقص فى مستوى الأكسجين الذائب فى هذه الأحواض. وعند إجراء عمليةالتهوية لأحواض تربية أسماك القرموط وذلك بإمداد هذه الأحواض بأحجام من الهواء مقدارها صفر، ٩ر٦ ، ٤ر١٠ م٣/دقيقه/هكـــتار لوحظ أن تركيز الأكسجين الذائب يزداد فى الصـــباح الباكر مع زيادة حجم الهواء الذى يتم تحريره فى كل الأعماق. كما وجد كذلك أن عملية خلط الماء بالهواء تؤدى إلى زيادة معـــدلات التغذية للأسماك وبالتالى زيادة إنتاج هذه الأسماك. كما وجد أن الأسماك التى حصلت على تهويـــه مقدارها ٦٩ر٠ ، ٤٢ر١٠ متر مكعب من الهواء/دقيقه/ هكتار فى مياه الأحواض التى تربى فيها هذه الأسماك أدى إلى زيادة محصول الأسماك بواقع ٢٧٣٦ ، ٤٥٦٢ ، ٥٥١٠ كجم/هكتار وهنا يجـــب حســـاب العائد الاقتصادي من إجراء عمليات التهوية. وقد وجد أن عملية التهوية فى أحواض تربية أسماك المبروك والبلطي قد أدت إلى زيادة كبيره فى إنتاج الأسماك كما وجد أن بدلات الهواء تعتـــبر فعاله فى حفظ تركيز الأكسجين الذائب فى أحواض الأسماك تحت النظام المكثف. ومما يجدر الإشـــارة إليه فى هذا المقام والذى يجب أن يؤخذ فى الاعتبار هو تكاليف إجراء عمليات التهوية هذه ومدى العائد منها .

وعمومـــاً فإنـــه فـــى حـــياة تربـــية الأسماك بالطريقة المكثفة فى الأحواض الخرسانية أو الفيبرجلاس لضمان إنتاجية عالية من هذه الأحواض لابد من أن تجهز هذه الأحواض بوسيلة أو أكثر مـــن وسائل التهوية المستمرة مثل استخدام سقوط الماء من خلال أو شاش يكون مصدر مياهها أعلى مـــن منسوب الأحواض بحوالي ثلاثة أمتار كما يجب أن تجهز هذه الأحواض بنظام تهويه كن خلال مضـــخة هـــواء لدفع الهواء من خلال خراطيم تنتهي بهوايات مثقبة لزيادة تركيز الأوكسجين اللازم لتـــنفس الأســـماك المرباة بها – وقد أمكن الحصول على حوالي ٢٥ كجم من أسماك البلطي/م٣ مياه حيـــث ربيـــت هـــذه الأسماك في تنكات الفيبرجلاس بكلية الزراعة – جامعة الأزهر زادت بنظامي الـــتهوية السابق الإشارة لها خلال ستة أشهر حيث كان معدل تسكين الأسماك حوالي ١٠٠سمكة/م٣ مياه.

الباب التاسع

التحكم فى نمو الفيتوبلانكتون

Phytoplankton control

إن الـــنمو الغزير للفيتوبلانكتون الذى يحدث نتيجة لتسميد الأحواض يوضح انه من الممكن استخدام التسميد على نطاق واسع من الناحية العملية فى أحواض تربية الأسماك. وفى الأحواض التى تعــتمد علـــى التغذية الصناعية fed ponds فان النمو الغزير للأسماك يعتبر بمثابة النتيجة الطبيعية لمعدلات التغذية العالية والتى نحتاج إليها للحصول على محصول عالي من الأسماك ولقد أشار بعض الباحثين إلى أن انخفاض نمو الفيتوبلانكتون يرجع إلى العديد من العوامل الكيمائية والبيولوجية .

الطرق الكيميائية Chemical Method

هـــناك العديـــد من مبيدات الطحالب algaecides والتى يمكن استخدامها فى القضاء على الفيتوبلانكتون ولكن هناك اثنين من مبيدات الطحالب هى الأكثر استعمالا فى هذا المجال وهى:

1-Copper sulfate CuSO4. 5H2

2-Simazine, 2- chloro- 4 ,6-bis (ethylamino)-5-triazine

وهذيـــن المركبيـــن مصـــرح باستخدامهما من وكالة المحافظة على البيئة بالولايات المتحدة الأمريكية

كبريتات النحاس: Copper sulfate

١-السمية بالنسبة للطحالب Toxicity to algae

إن أيون النحاس (Cu^{2+}) يثبط كلاً من التنفس وعملية البناء الضوئي فى الطحالب ولكن عملية البناء الضوئي هي الأكثر حساسية لأيون النحاس عن عملية التنفس ولقد وجد أن وجود النحاس بتركيز مقداره ١ ملليمول/ لتر (٨٣ر٥ ملليجرام/لتر) لمدة دقيقتين يؤدى الى حدوث تثبيط كامل لعمليات البناء الضـــوئي وهـــذه التغيرات غير عكسية . والتركيز اللازم للقضاء على نوع معين من الطحالب يمكن تعريفه على أنه هو عبارة عن التركيز الذى يقتل كل الطحالب التى تتعرض لهذا التركيز .

ولقد وجد أن استخدام كبريتات النحاس بتركيزات ٢٥ر٠ ، ٥ر٠، ٠ر١، ٠ر٢ ملليجرام/لتر قـــد أدت إلى موت صفر، ١٣، ٣٧، ٥٣% على التوالي من الأنواع المختبرة من الطحالب. وعاده ما نجـــد أن كمـــية كبـــيره من الطحالب تموت وذلك على التركيزات المخففة من كبريتات النحاس قبل

الوصـــول إلى التركيزات العالية اللازمة لقتل كل الطحالب وتعتبر درجة الحموضة والقلوية فى البيئة هى أهم العوامل التى تنظم سمية كبريتات النحاس للطحالب كما وجد أن كبريتات النحاس تعتبر عامل سام قوى للطحالب وذلك فى الماء الحامضة acid water عن الماء القلوي alkaline water ويعتقد أن أيون النحاس Cu^{2+} هو الصورة السامة للنحاس .

٢- <u>السمية بالنسبة للأسماك :</u> **Toxicity to fish**

أن تأثير كبريتات النحاس $CuSO_4.5H_2O$ على الأسماك تمت دراسته باستفاضة ولقد وجد أن التركيزات التي تتراوح ما بين ٢٠٠ر٠ – ٢٠٠ ملليجرام/لتر له تأثير مميت على أنواع متعددة من الأســماك. وكمــا هــو متوقع فلقد وجد أن بعض أنواع الأسماك حساسة جداً لكبريتات النحاس عن الأنواع الأخرى. فعلى سبيل المثال فلقد وجد أن أقصى تركيزات من كبريتات الناس يمكن أن تتحملها الأنــواع المخــتلفة مــن الأسماك كما يلى : أسماك التروت trout كانت ١٤ر٠ ملليجرام/لتر ، ٣٣ر٠ ملليجرام/لتر لأسماك المبروك carp، ٣٣ر٠ ملليجرام/لتر لأسماك suckers وأسماك القرموط كانت ٤ر٠ مللــيجرام/لتر ، ٤ر٠ مليجرام/لتر لأسماك ألــ pickerel، ٥ر٠ ملليجرام للأسماك goldfish، ٦٧ر٠ مللــيجرام/ لتر لأسماك ألــ perch ، ٣٥ر١ ملليجرام لأسماك sunfish، ٢ ملليجرام/لتر لأسماك ألــ blak bass .

هــذا ولقد وجد اختلافات واسعة فى درجة السمية بالنسبة لكل نوع من هذه الأنواع والتى حصــل عليها الباحثين حيث أعطي كل باحث درجه مختلفة لتلك التى أعطاها باحث آخر لنفس النوع مــن الأســماك وليس هناك شك فى أن هذه التغيرات تنتج من اختلاف الظروف البيئية. ولقد وجد أن درجــة الحــرارة وتركــيز الكالســيوم وكذلك تركيز الأكسجين الذائب فى الماء وكذلك معدل حركة الأســماك فى الماء كلها عوامل تؤثر على سمية كبريتات النحاس بالنسبة للأسماك. وكبريتات النحاس اكــثر ســميه فى الماء الأقل قلوية Low alkalinity مقارنة بالماء الأكثر قلوية high alkalinity ونظراً لأن قلوية الماء وكذلك عسر الماء لها نفس التأثير على درجة سمية كبريتات النحاس لذلك فأن معظم الباحثين أشاروا أن درجة السمية تتأثر بعسر الماء فضلا عن تأثير القلوية. كما وجد أن القلوية الكلــية تــزيد بزيادة كمية المواد الذائبة كما أن الانخفاض فى درجة السمية ترتبط بالقلوية فضلا عن ارتــباطها بكمية المواد الصلبة الموجودة فى الماء. كما وجد كذلك أن درجة السمية بكبريتات النحاس تــنخفض بارتفاع درجة ألــ pH نظراً لأن نسبة أيونات النحاس Cu^{2+} إلى أيونات كربونات النحاس $CuCO_3$ تقــل مع زيادة درجة pH والقلوية لذلك فمن المعتقد أن أيونات النحاس Cu^{2+} هى الصورة الســامة للنحاس .بالرغم من أن بعض الباحثين قد وجدوا أن كلاً من أيونات النحاس Cu^{2+} وكربونات

الـــنحاس $CuCO_3$ تعتبر سامه بالنسبة للأسماك كما أن سمية النحاس ترتبط بالتركيز الكلى له فضلاً عن ذلك وجد أن أيونات النحاس Cu^{2+} وهى الصورة السامة للنحاس تتأثر بدرجه كبيره عند اتحادها مـــع الجلايســـين glycine وحمـــض الهـــيومك humic acid هذه الأحماض عند ارتباطها بأيونات النحاس تعمل على خفض درجة السمية للنحاس . وكما أن المادة المخلبية الحافظة chelating agent والمســـماة (nitrilotiacetic acid) NTA يمكن أن تستخدم كمادة مضادة للتلوث antipollutant لحمايـــة الأســـماك من سمية الكبريت كما وجد كذلك أن مبيدات الحشائش herbicides والتى ترتبط بالنحاس تؤدى إلى تقليل سمية هذا العنصر للأسماك .

<u>تأثير كبريتات النحاس على نمو الفيتوبلانكتون :-</u>

يعتـــبر اســـتخدام كبريـــتات الـــنحاس فى تقليل نمو الفيتوبلانكتون فعال ومناسب فى البحيرات والأحـــواض. فعند استخدام كبريتات النحاس بمعدل ٢ مجم/لتر في ماء ذوقلويه كليه ٨٠ ملليجرام/لتر أدى ذلـــك إلـــى تقليل عمليات البناء الضوئي التي يقوم بها الفيتوبلانكتون فى هذه الأحواض. وبالرغم مـــن ذلـــك فان نمو الفيتوبلانكتون وعمليات البناء الضوئي به قد عادت إلى سابق عهدها مره أخرى وبالتالـــي فان اثر المعاملة لم يستمر ونفس النتائج حصل عليها العديد من الباحثين وليس هناك شك أن كبريـــتات النحاس تعتبر مبيد فعال بالنسبة للطحالب algicide ولكن ليس له تأثير سام مستديم حيث يـــزول أثـــره بعـــد فـــتره. والمعدلات التى تستخدم من كبريتات النحاس تتراوح ما بين ٠٢٥ر٠ -١ ملليجرام/لـــتر كمـــا اســـتخدمت معدلات تتراوح ما بين ٥ر٠-١ ملليجرام/لتر كبريتات النحاس فى أحـــواض المزارع فى جو رجيا كما وجد أن إضافة كبريتات النحاس بمعدل ٣٣ر٠ملليجرام/لتر يعتبر عـــامل فعـــال جـــداً فى التخلص من الفيتوبلانكتون فى البحيرات الموجودة فى وسط غرب الولايات المـــتحدة الأمريكية والتى تكون القلوية الكلية فى مياهها أقل من ٥٠ ملليجرام/لتر فى صورة كربونات كالســـيوم. وبالرغم من ذلك فان كبريتات النحاس يجب أن تستخدم بمعدل ٢مجم/لتر وذلك إذا ارتفعت درجـــة القلوية عن ٥٠ ملليجرام/لتر. ولكن يجب أن نشير هنا بأن معدلات استخدام كبريتات النحاس بالمعدلات السابقة غير ثابتة بالنسبة للأنواع المختلفة من الأحواض .

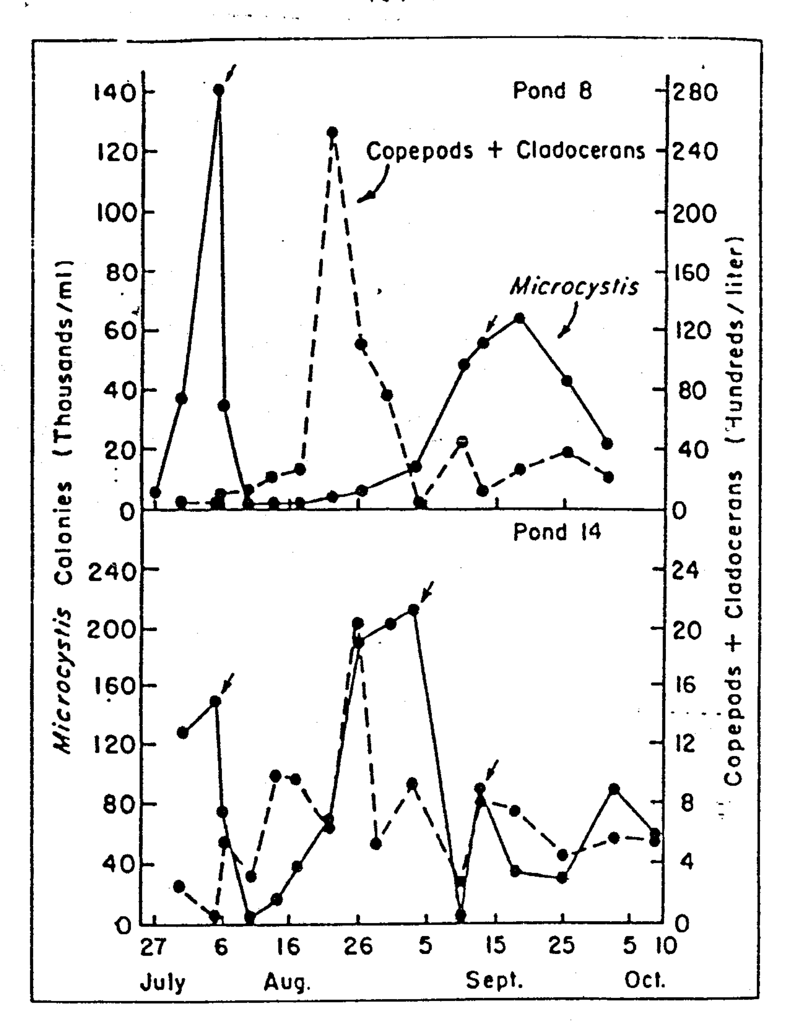
وهناك طرق عديدة تستخدم فى إضافة كبريتات النحاس إلى أحواض الأسماك فبعض الباحثين قـــاموا بوضع بلورات كبريتات النحاس فى كيس يحتوى على ثقوب دقيقة ثم ربطه فى مؤخرة قارب والنزول إلى ماء الحوض حيث تذوب هذه البلورات فى الماء اوبوضع كبريتات النحاس فى أكياس من القمـــاش مـــع تعليق هذه الأكياس فى وسط الحوض حيث أدت هذه العملية إلى حدوث ذوبان تدريجي لكبريتات النحاس فى ماء الحوض. ولقد أشار بعض العلماء أن هذه الطريقة تجعل كبريتات النحاس فى

تركـــيز ثابت ومناسب لمنع النمو الغزير للفيتوبلانكتون. تضاف كبريتات النحاس أيضاً بإذابة كبريتات الـــنحاس ثـــم رشـــها فوق سطح الماء . وفى دراسة تم فيها رش كبريتات النحاس فى الماء بمعدل ٤ كجم/هكتار باستخدام قارب ولقد وجد فى هذه الدراسة أن ٩٥% من كبريتات النحاس تذوب فى الطبقة السطحية من الماء والتى عمقها ١,٧٥ متر ومعظم كبريتات النحاس الذائبة تختفي فى خلال ساعة واحدة كما أن تركيزها يقل إلى نفس مستوى تركيزها قبل إضافة كبريتات النحاس وذاك بعد مرور ٢٤ ساعة من المعاملة. وبالرغم من ذلك فان كبريتات النحاس تؤدى إلى وقف وتقليل إزهار الفيتوبلانكتون. ولقد أستخدم Crance سـنة (١٩٦٣) كبريتات النحاس بمعدل ٠,٨٤كجم/هكتار إلى طبقة رقيقة من Microcystis المزدهـــر فـــى أحواض الأسماك فوجد أن التركيز المنخفض من كبريتات النحاس هذا يـــؤدى إلـــى انخفاض كبير فى كمية ألـــ Microcystis الكبيرة ولكن هذه الفطريات تنمو مرة أخرى وتحتاج إلى نفس المعاملة مرة أخرى وهو ما يتضح من شكل (٤٦) .

ولقـــد وجد أن كبريتات النحاس وطريقة وضعها تعتبر فعالة فى قتل الفيتوبلانكتون السطحي والـــذى عـــادة مـــا يتجمع عند جانب الحوض المواجه للرياح ونظراً لنجاح استخدام كبريتات النحاس بتركـــيزات منخفضـــة وذلـــك لتقلـــيل نمو وإزهار Microcystis لذاك فقد نصح العديد من العلماء باستخدام كبريتات النحاس بمعدل ٠,٨٤ كجم/هكتار وذلك لطبقات الفيتوبلانكتون الرقيقة والتى تتكون من أى نوع من أنواع الطحالب وبالرغم من ذلك فلقد وجد أن استخدام كبريتات النحاس بمعدل ٠,٨٤ كجم/هكتار فى أحواض تربية أسماك القرموط التى تعتمد على التغذية الصناعية بفاصل زمني مقداره أســـبوعين يعتبر غير فعال فى تقليل كمية الفيتوبلانكتون النامية فى الحوض (شكل ٤٧). ولم يلاحظ وجود أى Microcystis أو أى طحالب أخرى فى الأحواض التى تم معاملتها.

تأثير الظروف البيئة Environmentel Effects

إذا عوملـــت الأحواض المحتوية على الطحالب الميتة والمتحللة بكبريتات النحاس فان ذلك يـــؤدى إلـــى انخفاض تركيز الأكسجين الذائب فى هذه الأحواض. وعقب معاملة الأحواض بكبريتات النحاس بمعدل ٢ مجم/لتر أو ٣ مجم/لتر فإن ذلك يؤدى إلى انخفاض فى تركيز الأكسجين الذائب فى مـــياه هـــذه الأحـــواض. وكبريـــتات النحاس المستخدمة فى التحكم فى نمو الفيتوبلانكتون بتركيزاتها المخـــتلفة نادراً ما يكون لها أثر سام مباشر على الأسماك ولكنها تقتل أعداد كبيره من الكائنات الحية الـــتى تســـتخدم فـــى تغذيـــة الأسماك مثل ألـــ Ostracoda، Cladocerans، Rotifers، وكذلك Copepods .



شكل (٤٦): تأثير كبريتات النحاس على إزدهار الفيتوبلانكتون عن (Crance, 1963)

مركبات النحاس المخلبية **Chelated copper compounds**

والهدف من إنتاج هذه المركبات هو حفظ أيونات النحاس من الترسيب بالإضافة إلى أن سمية هذه المـــواد بالنسبة للأسماك أقل من استخدام كبريتات النحاس بنفس التركيز ولذلك فان الأنواع التى تتميز بحساسيتها الشديدة للنحاس لا تعانى من الماء ذو القلوية المنخفضة. وبالرغم من ذلك فان المصانع التى تنتج هذه المركبات مبيدات الحشائش من مخلبيات النحاس chelated copper herbicides تحذر من اســـتخدامها بتركـــيزات مرتفعه حيث أن استخدامها يؤدى إلى موت الأسماك وذلك فى الماء منخفض

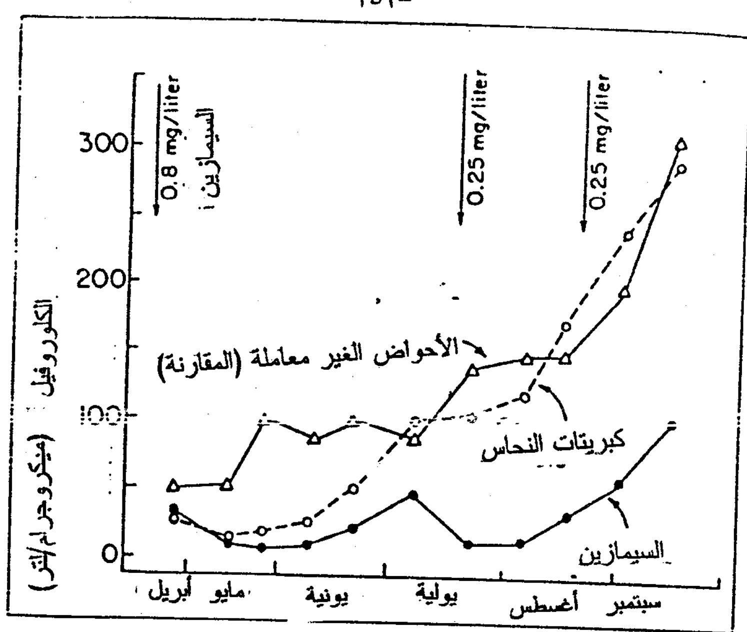
القلويــة ومــن أمــثلة هذه المركبات cutrine وهو مركب عبارة عن copper triethanolamine complex وهو مرتبط بالماء ويحتوى على ٧ر١% نحاس. ولقد أشارت المصانع المنتجة لهذه المادة أن استخدام النحاس بمعدل ٢ر٠ مجم/لتر فى صورة cutrine للقضاء على الفيتوبلانكتون يعتبر مناسب. هــذا ويمكن تكوين مركب يستخدم كمبيد للحشائش ويحتوى على النحاس وذلك بخلط جزء (وزن) من كبريتات النحاس إلى جزئين (وزن) من حمض الستريك citric acid فى الماء وهذا الخليط يمكن رشه علــى ســطح المــاء الموجود فى الحوض. ومبيد الحشائش المحتوى على النحاس فى صوره مخلبية chelated copper hericides يعتــبر غالى جداً مقارنة بكبريتات النحاس لكل وحدة نحاس كما أنه يستطيع أن يظل فعال بدرجه كبيره فى ظروف متعددة أو فى مدى واسع من الظروف المتغيرة.

ثانياً : استخدام السيمازين Simazine

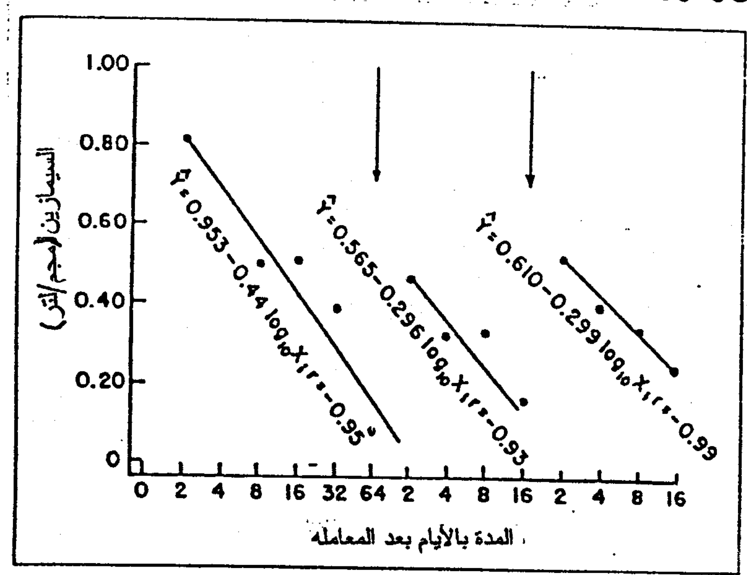
وهــذا المركب سام وله تأثير قوى فى تثبيط نمو الفيتوبلانكتون ولكنه غير سام للأسماك وذلــك عــند استخدامه بنفس المعدلات اللازمة للقضاء على الطحالب واستخدام هذا المركب بمفرده بمعدلات ٢٥ر٠ أو ٥ر٠ ملليجرام/لتر تعتبر فعاله جداً وذات تأثير اختياري فى القضاء على الطحالب الخضــراء المزرقة blue-green algae. كما لوحظ كذلك أن تركيز الأكسجين الذائب عاده ما يبدأ فــى الانخفــاض بعد ثلاثة أيام من معاملة الأحواض بال simazine كما أن تركيز الأكسجين الذائب عاده ما يصل إلى المستوى الحرج minimum وذلك بعد أسبوعين بعد المعاملة بهذه المادة وبالرغم من ذلك فان تركيز الأكسجين الذائب لا ينخفض إلى الدرجة الخطيرة بالنسبة للأسماك. كما لوحظ أن المعاملــة بــال simazine تؤدى إلى تسمم الطحالب كما تؤدى إلى خفض تركيز الأكسجين الذائب. ولأن مركــب ألــ simazine فعال جداً فى مقاومة الطحالب لذا فقد تم تطويره بحيث يستخدم بالنسبة لأسماك المائدة حيث يستخدم فى أحواض أسماك القرموط لها وذلك للتحكم فى نمو الفيتوبلانكتون.

وهــناك مركــب تجــارى يسمى Aquazine (يحتوى على ٨٠% simazine) وقد تم إنــتاجه بواســطة شــركة ســيباجايجى Ciba-Geigy ويستخدم فى التحكم فى نمو الفيتوبلانكتون. ويوصــى منتجي هذه المادة ((Aquazine باستخدامها بمعدل ٦٣ر٠مجم/لتر أو بمعدل ٩ر٠ –٢٥ر١ مجــم/ لتر. وفى الولايات الجنوبية من أمريكا يوصى باستخدام هذا المركب فى الفترة من أول أبريل وحــتى ١٥ مايو أي قبل أن تصل درجة الحرارة إلى ٢٤°م وقبل أن تزدهر الطحالب بدرجه كبيره. كمــا أن إعــادة المعاملــة بهــذه المادة عاده ما يوصى بها إذا ازدهرت الطحالب بدرجه كبيره فى منتصــف الصــيف . وهــناك طــريقه بديله يمكن استخدامها والتى يتم فيها وضع ٢ر١١ – ٨ر١٦ كجــم/هكتار) من ألــ simazine على قاع الحوض قبل ملئ الحوض بالماء فى فصل الربيع. ولهذه

الطريقة مميزات عديدة منها أنها تعمل على التخلص من الحشائش ذات الجذور root weed بكفاءة كمـــا أن لها تأثير قاتل على الحشائش كما أن انخفاض تركيز الأكسجين الذائب الناتج عن هذه العملية يؤدى إلى تحلل النباتات. وعاده ما يوصى باستخدام ألـــ simazine للتخلص من الفيتوبلانكتون فى أحواض تربية أسماك القرموط ولو أن الدراسات التى أجريت لتوضيح كفاءته فى هذه العملية قليلة. وفـــى تجـــربه أخـــرى تم فيها وضع أسماك القرموط فى ثمانية أحواض بمعدل ٩٨٨٤ للهكتار وتم تغذيتها ٧ أيام أسبوعيا بكميه من العلف وصلت إلى (٣%) من وزن الجسم وكانت هذه الكميه تزداد بـــزيادة وزن الجســـم بحيـــث تظل على هذا المعدل ٣% وأربعه من هذه الأحواض تم معاملتها بال simaine بمعدل (٨ر٠) ملليجرام/لتر فى ٢٥ أبريل ١٩٧٦ ثم أعيد معاملتها ب ٢٥ر٠ مليجرام/لتر فـــى الفـــترة من ٢٠يوليه-٢٦ أغسطس أما الأحواض الأربعة الأخرى فقد تركت بدون إضافة وذلك للمقارنة . وقد أدت هذه المعاملة إلى حدوث انخفاض شديد فى نمو الفيتوبلانكتون (شكل ٤٧) . والكلوروفـــيل أ chlorophyll a أنخفـــض تركيزه فى الأحواض المعاملة بواقع ٣-١٠ مرات عـــن الأحـــواض الغير معامله كما أنخفض تركيز ألـــ simazine بنسبه وصلت إلى أكثر من ٥٠% وبســـرعة بعد مرور ١٦ يوم من معاملة الأحواض بهذا المركب (شكل ٤٨) وهذا الانخفاض يشابه ذلـــك المعدل من الانخفاض والذى وجد فى دراسة أخرى حيث وجد أن هذا الانخفاض قد وصل إلى ٣٥% بعـــد سبعة أيام من المعاملة بهذا المركب. ولم يلاحظ نمو جديد للفيتوبلانكتون بعـــد المعاملة الأولـــى بالسيمازين Simazine إلا بعد حلول أول يونية حيث انخفض تركيز ألـــ Simazine إلى ٢٥ر٠ ملليجرام/لتر وهذا هو أقل تركيز يمكن أن يعتبر قاتلا للطحالبAlgicide فى الأحواض وفى شـــهرى أغسطس وسبتمبر يحدث نمو جديد للفيتوبلانكتون حتى عندما يكون تركيز ألـــ Simazine فـــى مياه الأحواض متراوحاً بين ٣ر٠-٤ر٠ مجم /لتر . وبالرغم من ذلك فإنه يمكن القول بان ألـــ Simazineيعتـــبر مبيد فعال للطحالب. ولكن لسوء الحظ فان تركيز الأكسجين الذائب فى الأحواض المعاملـــة بـــال simazine يـــتأثر بإضـــافة هـــذا المركب شكل (٤٩) ولقد وجد أن متوسط تركيز الأكســـجين الذائب فى الأحواض والذى تم قياسه فى الفترة ما بين الثانية والتاسعة صباحاً لم يزيد عن ٨٠%مـــن درجة تشبع الماء بالهواء وذلك فى الأحواض المعاملة ثم انخفضت هذه النسبة لتصل إلى أقل من ٥٠% من معظم فترات فصل النمو كما وجد أن تركيز الأكسجين الذائب عادة ما يصل إلى ±٢٠مـــن درجة التشبع فى الأحواض الغير معاملة.وبالرغم من معدلات التغذية العالية فإن مستويات الأكسجين الذائب



شكل (٤٧): تركيز الكلوروفيل ا فى أحواض غير معاملة (٠,٨٤ هكتار) وأحواض معاملة بكبريتات النحاس وأخرى معاملة بالسيمازين Simazine (تم تكرار المعاملة كل أسبوعين Boyd, 1978).

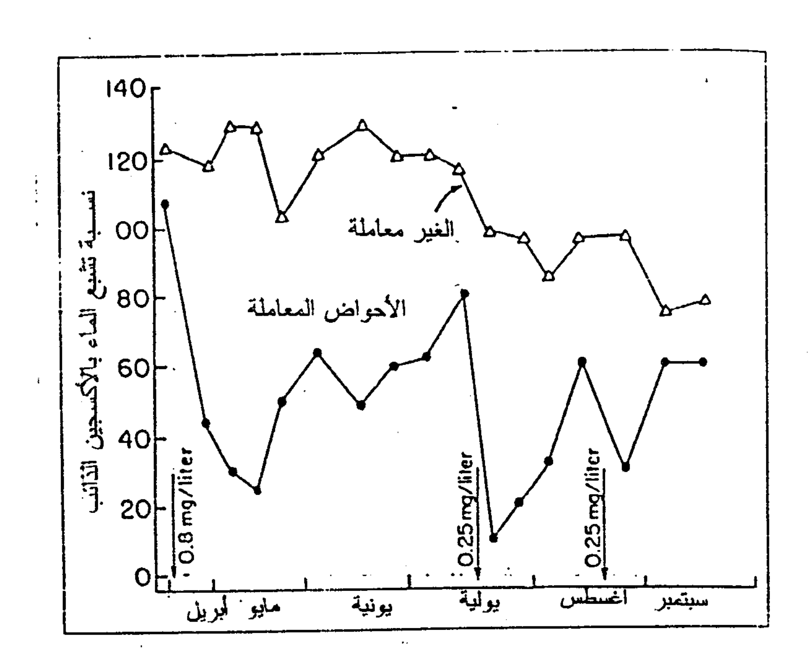


شـكل (٤٨): متوسـط الفقـد فـى السيمازين Simazine من مياه الأحواض المعاملة ب ٠,٢٥ مجم/لتر (Tucker and Boyd ١٩٧٨)

فـــى الصباح الباكر لم تنخفض إلى المستوى الخطر فى الأحواض الغير معاملة (المقارنة). ونتيجة لانخفـــاض تركـــيز الأكســـجين الذائب فان الأسماك تغذت بمعدل ضعيف خلال الأسبوعين التاليين للمعاملة. وفضلاً عن ذلك ففى اليوم الأول من معاملة الأحواض بالسيمازين simazine قد أدى ذلك إلـــى خفـــض مســـتوى الأكســـجين الذائب بدرجة كبيرة فى يوم ٢٠يولية وأدى ذلك إلى موت١/٣ الأســـماك فـــى الأحواض ولكن استخدام طرق التهوية المختلفة لمياه الأحواض أدت إلى وقف موت الأســـماك فى الأحواض وعند الحصاد فإن الأحواض الغر معامله(المقارنة) أعطت محصول مقداره ٢٦٤٣ كجـــم/هكـــتار مـــن أسماك القرموط فى حين أعطت الأحواض المعاملة بالسيمازين ٢١٠٧ كجـــم/هكتار. وهذا الفرق فى الإنتاجية كان معنوياً عند مستوى ثقة ٥% ونتائج هذه الدراسة أشارت إلـــى أن معاملـــة أحـــواض تربيه أسماك القرموط بالسيمازين يجب أن تستخدم عندما يكون إزدهار الفيتوبلانكـــتون ضـــعيفاً فـــى أحـــواض تربـــية أسماك القرموط. وفى دراسة أخرى تم فيها إضافة الســـيمازين فى قاع ثلاثة أحواض مساحة كل منها ٠ر٤ هكتار وذلك بمعدل١٣٫٤٤ كجم/هكتار قبل ملئ الحوض بالماء بيوم واحد. وهذه الأحواض بالإضافة إلى ثلاثة أحواض أخرى استخدمت بدون معاملـــة (مقارنـــة) أضـــيف إليها أصبعيات أسماك القرموط بمعدل ٧٤٠٠ سمكة للهكتار ثم أضيف الغـــذاء بمعـــدل ٣% مـــن وزن الجسم إلى هذه الأحواض المعاملة والغير معاملة وتمت زيادة كمية الـــتغذية تدريجاً مع زيادة وزن الجسم بحيث تمت المحافظة على مستوى التغذية وهو ٣%من وزن الجســـم. ولقد وجد أن مستوى تركيزات بالسيمازين بقيت عند مستو ى ٠ر٢ مجم /لتر وذلك لمدة أربعـــة شـــهور .واســـتمرار فعالـــية السيمازين لهذه الفترة وبقاء تركيزه ثابتاً يمكن أن يكون نتيجة لانخفاض معدلات نمو الفيتوبلانكتون وطول الفترة التى حدث فيها انخفاض لتركيز الأكسجين الذائب فى الأحواض المعاملة بالسيمازين مقارنة بالأحواض الغير معاملة (المقارنة) .

وهـــذه النـــتائج مع تلك التى تم الحصول عليها فى تجارب استخدام السيمازين فى الأحواض والتى سبق عرضها فى الأشكال رقم ٤٣، ٤٤، ٤٥ وقد وصل محصول أسماك القرموط عند الحصاد فى هذه التجربة الى٣٤٩٥ كجم/هكتار فى الأحواض الغير معاملة (المقارنة) ، ٢٨٣٢كجم/هكتار للأحواض الـــتى تم معاملتها بالسيمازين. وهذا الفرق فى إنتاجية الأحواض المعاملة والغير معاملة معنوياً جداً عند مســـتوى ثقة ١% . ويمكن القول بأن كلا من كبريتات النحاس والسيمازين simazineيمكن اعتبارهما مبـــيدات طحالب Algicides فعالة جداً. ولكن بالرغم من ذلك فيجب عدم استخدامهما فى أحواض تربية أســـماك القـــرموط وذلك لأن معاملة أحواض تربية هذه الأسماك بهذه المركبات يؤدى إلى نقص تركيز

الأكســجين الذائــب فى مياه أحواض تربية الأسماك. وبالرغم من ذلك فليس هنـــاك شك فى استخدام كبريتات النحاس استخدام كبريتات النحاس أوالسيمازين أو أى مبيد آخر للطحالب بتركيزات منخفضة



شكل (٤٩): نسبة تشبع الماء بالأكسجين الذائب فى الأحواض المعاملة والغير معاملة بالسيمازين (Tucker and Boyd, 1978)

وعلـــى دفعات متتالية بكفاءة فى أحواض تربية أسماك القرموط عند توافر العناصر الغذائية اللازمة للفيتوبلانكـــتون بكمـــيات كبيرة. استخدام مبيدات الطحالب لكى تحدد نمو الفيتوبلانكتون فى أحواض تربـــية الأســـماك فى النظام المكثف intensive فيتشابه مع فقد الإنسان لوزنه وذلك عندما يأخذ ال periodic بجـــرعات اقـــل من الجرعات المميتة بدلاً من نقص كمية الغذاء التى يأخذها وبالرغم من أنه لكى يفقد وزنه فان صحته العامة لا تكون جيدة بعد فقد الوزن فى التغذية بمعدل عالي ويستمر أخذ المـــواد الســـامة وذلك للمحافظة على الانخفاض فى وزن الجسم بالإضافة إلى ذلك نجد الأبحاث التى

أجريت على استخدام الطرق الكيميائية لمنع زيادة نمو الفيتوبلانكتون أوضحت أنه ليس هناك شك فى كفاءة هذه المركبات فى التحكم فى نمو الفيتوبلانكتون فى أحواض تربية الأسماك ومبيدات الطحالب algicidesهامــة جــداً وفعالــة عــند استخدامها فى تقليل كمية الفيتوبلانكتون أو القضاء عليها فى أحواض المياه التى لا تربى فيها الأسماك أى فى حمامات السباحة.

الطرق البيولوجية methods Biological

١- الأسماك التى تتغذى على البلانكتون plankton feeding fish

يمكن استخدام الأسماك التى تتغذى على البلانكتون بكفاءة فى التحكم فى نمو الفيتوبلانكتون وبالرغم من ذلك فلقد أشارت كثيراً من الأبحاث إلى أن استهلاك الفيتوبلانكتون بواسطة الأسماك آكلة البلانكــتون يعمــل على تشجيع نمو وإنتاج الفيتوبلانكتون. فعلى سبيل المثال نجد أن الإنتاجية الكلية للفيتوبلانكتون Gross phytoplankton productivity والعدد الكلى للفيتوبلانكتون وكذلك COD تكــون عالــية فى الأحواض المسمدة والتى تحتوى على الأسماك مقارنة بالأحواض المسمدة والتى لا تحتوى على الأسماك (جدول ٢٢) .

جــدول (٢٢): تأثــير إســتزراع البلطى أوريا (٢٥٠٠ سمكة/هكتار) على كمية الفيتوبلانكتون والأكسجين اللازم للتفاعلات الكيميائية فى الأحواض المسمدة.

	أحواض البلطى	أحواض بدون أسماك	قيمة t
الإنتاجية الأولية الكلية (مجم/لتر/يوم/أكسجين ذائب	٧٫٩٧	٣٫٤٨	معنوى
الفيتوبلانكتون/العدد الكلى/المللى/١٠[٣]	٧٫٥٠	٣٫١٠	معنوى
الأكسجين اللازم للتفاعلات الكيميائية COD	٢٨٫٩٠	١٨٫٨٠	معنوى جداً

ولقــد أجريــت عدة أبحاث فى جامعة Auburnوذلك لتقييم أداء عدد من أنواع الأسماك الــتى تتغذى على البلانكتون فى تحديد كمية البلانكتون النامية بغزارة وذلك فى أحواض تربية أسماك القــرموط. والهدف النهائي من هذه التجارب هو معرفة ماإذا كانت معدلات التغذية فى أحواض تربية أسماك القرموط يمكن أن تزداد فى الأحواض المحتوية على أسماك القرموط مع الأسماك التى تتغذى علــى البلانكتون. ولقد أشارت نتائج إحدى التجارب أن إنتاج أسماك القرموط لم يزداد فى الأحواض الــتى تحــتوى علــى الأسماك التى تتغذى على البلانكتون حيث أن المحصول الكلى قد زاد فى كل

الأحـــواض المخـــتلطة Polyculture عـــن تلك الأحواض التى ربيت فيها أسماك القرموط بمفردها (جدول ٢٣).

جدول (٢٣): إنتاج الأسماك من الأحواض المحتوية على أسماك القرموط ومبروك الحشائش.

الأسماك الموجودة فى الحوض	إنتاج أسماك القرموط كجم/هكتار	الإنتاج الكلى كجم/هكتار
القرموط مع مبروك الحشائش	٣٤٥٣	٣٥١٩
القرموط مع مبروك الحشائش والبلطي	٣١٤٥	٤٣٤٦
القرموط مع مبروك الحشائش والمبروك الفضي	٣٥٥٦	٣٧٨٢
القرموط مع مبروك الحشائش والمبروك ذو الرأس الكبيرة	٣٣٩٨	٣٦١١
القرموط مع مبروك الحشائش والبلطي والمبروك الفضي	٣٢٠٨	٥٠٤٢

٢- النباتات المائية : Macrophytes

هـــناك بعـــض الاتجاهات الآن لدراسة إمكانية زراعة أنواع معينة من النباتات المائية فى الأحـــواض الـــتى تعتمد على الغذاء الطبيعي وذلك لإزالة العناصر الغذائية الغير عضوية وتقليل نمو الفيتوبلانكتون فعلى سبيل المثال وجد أن نبات ***Eichhornia crassipes*** تمتص فى المتوسط ٣٫٤ كجـــم نيتروجين/هكتار، ٠٫٤٣ كجم فوسفور/هكتار لليوم وذلك فى فصل الربيع والصيف. والتنافس بين هذه النباتات والفيتوبلانكتون يشمل تنافسهم على الظل وكذلك على امتصاص وإزالة الفسفور من المـــاء و بالإضافة إلى ذلك فإن نتائج الأبحاث التى استخدمت هذه النباتات المائية أو أى نباتات مائية أخرى لإزالة العناصر الغذائية وتقليل كمية نمو الفيتوبلانكتون الغزيرة فى الأحواض التى تعتمد على التغذية الصناعية تستخدم فى حالياً التطبيق العملي.

الباب العاشر

المعاملات الكيميائية لأحواض تربية الأسماك

Chemical Treatment

من المواد الكيميائية التى تستخدم فى مزارع الأسماك الأسمدة والمواد الجيرية ومبيدات الحشائش ومبيدات الطفيليات ومبيدات البكتريا والمواد المنظمة للأسموزية والمواد المؤكسدة تمت مناقشتها وفى هذا الباب وسوف تقتصر دراستنا على إستخدام الأسمدة والمواد الجيرية وكذلك مبيدات الطحالب. بالإضافة الى انه سوف يتم مناقشة تأثير إضافة بعض المواد الكيمائية الأخرى إلى أحواض تربية الأسماك. وبعض هذه المواد الكيميائيه تستخدم فى تحسين صفات المياه water quality كما تضاف هذه المواد إلى الأحواض لأغراض أخرى ولكن فعاليتها يتم تنظيمها بواسطة نوعية المياه كما أنها يجب ألا تسبب أى تغيرات غير مرغوبه فى الماء .

المواد المؤكسده Oxidizing agents

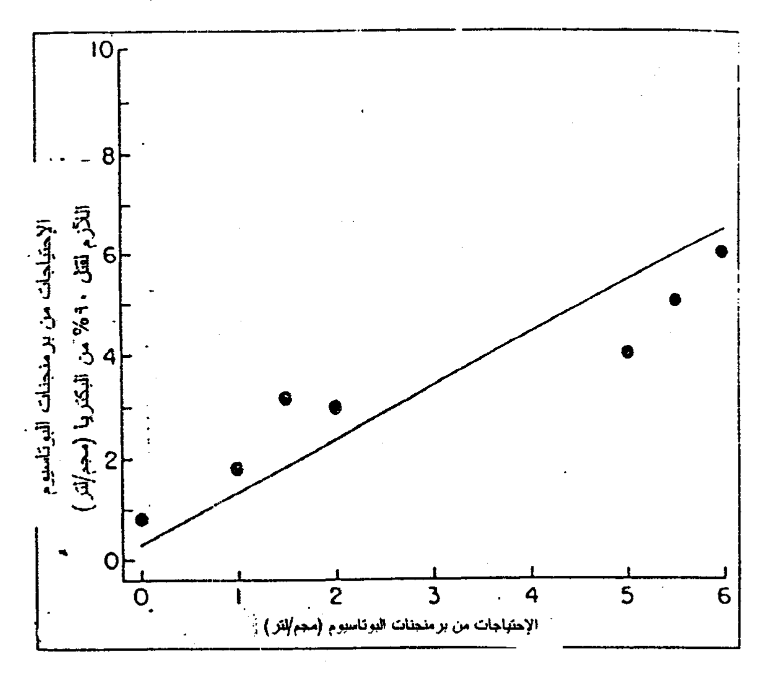
١- **برمنجنات البوتاسيوم** Potassium permanganate

مما هو معروف أن برمنجنات البوتاسيوم $KMnO_4$ ماده مؤكسده لكل المواد العضويه والغير عضويه ولها تأثير قاتل للبكتريا. ولذلك فإنها تعمل على تقليل معدلات استهلاك الأكسجين الذى ينتج عن طريق العمليات الكيميائيه والبيولوجيه. ولقد أشار علماء البيولوجيا إلى أن استخدام برمنجنات البوتاسيوم بمعدل ٢-٦ ملليجرام/لتر من برمنجنات البوتاسيوم الى الأحواض يؤدى الى إنخفاض كبير فى الأكسجين الذائب. وبعض أمراض الأسماك يمكن مقاومتها باستعمال برمنجنات البوتاسيوم والجرعات المستخدمه نادراً ما تزيد عن ٢-٣ مجم/لتر فى الأحواض وبرمنجنات البوتاسيوم تستخدم فى أحواض تربية الأسماك وذلك لأنها تؤكسد ال rotenone وكذلك فإنها تؤكسد ال antirnycin والتى تعتبر كمواد سامه بالنسبه للأسماك .

أ- علاج إنخفاض الأكسجين Alleviation of oxygen depletion

فى تجربه أجريت وذلك بهدف توضيح تأثير إضافة برمنجنات البوتاسيوم على نوعية المياه water qualityوجد أن برمنجنات البوتاسيوم سامه للبكتيريا عند إضافتها للماء بتركيزات بسيطه وهى ٢ مجم/ لتر حيث أدت هذه المعامله الى قتل مايزيد عن ٩٩% من البكتريا السالبه لجرام Gram-negative bacteria كما أدت إلى موت كميه كبيره من البكتيريا الموجبه لجرام Gram

positive bacteria والتاثــير السام لبرمنجنات البوتاسيوم ينتج من أيون البرمنجنات MnO_4 والذى يعمــل علىاكســدة وتكســير كل الخلايا. وفى الماء فان أيون البرمنجنات MnO_4 يتفاعل بسرعه مع المــاده العضــويه والمــواد المختزلــه الأخرى ونتيجه لذلك فان أيونات البرمنجنات تختزل الى أيون MnO_2 وهــذا الأيــون تقريباً غير سام nontoxic وكمية البرمنجنات MnO_4 والتى تختزل بسرعه الــى MnO_2 فــى كمــيه معيــنه من الماء يسمى بإحتياجات برمنجنات البوتاسيوم والذى يتم قياسه بإســتخدام الطــرق اللونيه Colorimetric procedure أو بواسطة إختبار الضوء المقارن Simple color comparison test والــتى سوف نستعرضها بالتفصيل فيما بعد وسمية برمنجنات البوتاسيوم بالنسبه للبكتيريا يقل عند زيادة الإحتياج الى برمنجنات البوتاسيوم (شكل ٥٠)



شكل (٥٠): العلاقة بين إحتياجات برمنجنات البوتاسيوم لمياه الأحواض وتركيزبرمنجنات البوتاسيوم الآزمة لقتل ٩٠% من البكتريا الموجودة فى الحوض (Tucker and Boyd, 1977)

ومعاملــة عينات الماء ببرمنجنات البوتاسيوم تؤدى إلى حدوث إنخفاض بسيط فى احتياجات الأكســجين اللازم للتفاعلات الكيميائيه Chemical oxygen demand (جدول ٢٤) ولكن الإنخفاض

فـــى ال COD لايـــزيد عن ١٥% حتى لو عومل الماء ب ٨ ملليجرام/ لتر من برمنجنات البوتاسيوم كما أن الجرعات التى تتراوح ما بين ٤-٨ ملليجرام/لتر برمنجنات بوتاسيوم تؤدى إلى انخفاض بسيط فـــى معدلات إستهلاك الأكسجين اللازم للتفاعلات البيوكيميائيه (BOD) ويتضح ذلك من شكل (٥١) ولكنها لاتمنع إنخفاض الأكسجين أثناء فترة الأختبار فى العينه التى تتميز بارتفاع قيمة ال COD.

جدول (٢٤): تأثير برمنجنات البوتاسيوم على إحتياجات الأكسجين الآزم للتفاعلات الكيميائيه (COD) فى ثلاثة أحواض (Tucker and Boyd, 1977)

برمنجنات البوتاسيوم	الأكسجين الأزم للتفاعلات الكيميائية (COD) مجم/لتر		
	١	٢	٣
صفر	٢٠,٠	٥٥,٠	١٢٧,٢
٢	١٩,٣	٥٤,٧	١٢٤,٦
٤	١٨,٦	٥٢,٤	١٢٢,٣
٨	١٧,٠	٥٠,٩	١١٦,١

ولأن برمنجـــنات البوتاســـيوم تقـــتل البكتـــيريا فإنها تسبب نقصاً فى كمية الأكسجين اللازم للعملـــيات الكيميائيه COD وكذلك ال BOD وبالتالى فيمكن إستخدام برمنجنات البوتاسيوم فى معاملة أحواض الأسماك بهدف رفع كمية الأكسجين الذائب. وبالرغم من ذلك فإن برمنجنات البوتاسيوم عندما تســتخدم مـــع الأحـــواض ذات تركـــيزات الأكسجين الذائب المنخفضه فى الصباح الباكر فان تركيز برمنجنات البوتاسيوم ٤-٨ مجم/لتر لم يؤدى الى زيادة الأكسجين الذائب (جدول ٢٥).

وفى الحقيقه فإن تركيز الأكسجين الذائب يأخذ وقت أطول فى الأحواض المعامله ببرمنجنات البوتاسيوم عن الأحواض الغير معامله وذلك لرفع كمية الأكسجين الذائب. وفى صباح اليوم التالى فإن تركـــيز الأكســـجين الذائب عاده مايكون منخفض فى الأحواض المعامله عن الأحواض الغير معامله ببرمنجـــنات البوتاســـيوم. والتأثيرات الضاره لبرمنجنات البوتاسيوم فى خفض نسبة الأكسجين الذائب ترجع الى تأثيراته السامه على نمو الفيتوبلانكتون.

وتأثـــيرات برمنجنات البوتاسيوم القاتله بالنسبه للطحالب تعمل على إنخفاض إنتاج الأكسجين الذائـــب بواســـطة عملـــيات التمثيل الضوئى ممايؤدى إلى نقص إنتاج الأكسجين وزيادة الإحتياج إلى الأكســـجين لتحلـــيل الطحالـــب الميته والتى تعمل كماده هامه لنمو البكتيريا. ولقد وجد أن برمنجنات البوتاســـيوم عند إضافتها الى مياه الأحواض فأنها تضيف أكسجين جزيئى الى مياه الحوض وكثيرا من

مربى الأسماك يقوموا بإضافة برمنجنات البوتاسيوم الى الأحواض التى ينخفض فيها الأكسجين الذائب مــع ملاحظة أن برمنجنات البوتاسيوم سوف تنتج اكسجين ذائب. والأكسجين الجزيئى Molecular oxygen ينــتج عند إضافة برمنجنات البوتاسيوم إلى الماء المحتوى على الماده العضويه. وهذا ينتج لأن أيون البرمنجنات يعمل على أكسدة المواد العضويه وإختزال المركبات الغير عضويه وذلك لإنتاج ثانى أكسيد المنجنيز كما هو مبين فى معادله ١٠-١ ، ١٠-٢.

$$Mn\,O_4 + 4H + 3e \rightarrow MnO_2 + 2H_2O \qquad (10\text{-}1)$$

وثانى أكسيد المنجنيز الناتج يعمل على تنشيط التفاعل التالى والذى يتم فيه إنتاج الأكسجين الجزيئى.

$$4MnO_4 + 2H_2O_2 \rightarrow 4OH + 4MnO_4 + 3O_2 \qquad (10\text{-}2)$$

جدول (٢٥): تأثير برمنجنات البوتاسيوم على تركيز الأكسجين الذائب (مجم/لتر).

التاريخ	الوقت	الأكسجين اللازم للتفاعلات الكيميائية (COD) مجم/لتر		
		صفر	٤	٨
٩/١٧	٣ر٠٠ مساءا	٣ر٦	٥ر٦	٢ر٦
٩/١٨	٦ر٠٠ صباحا	٢ر٠	٦ر٠	٢ر٠
	٦ر٣٠ صباحا	٢ر٠	٦ر٠	٢ر٠
	٧ر٠٠ صباحا	٣ر٠	٧ر٠	٢ر٠
	٧ر٣٠ صباحا	٢ر٠	٢ر٠	٦ر٠
	٨ر٠٠ صباحا	٢ر٥	٦ر٤	٦ر١
	١٠ر٠٠ صباحا	٥ر١٠	٥ر٩	٦ر٣
	٣ر٠٠ مساءا	٠٠ر١٥	٠٠ر١٤	٢ر١٠
٩/١٩	٦ر٠٠ صباحا	٧ر٦	٨ر١	٧ر٢
	٣ر٠٠ مساءا	٠٠ر١٥	٠٠ر١٥	٣ر١٠

وفــى مــياه الأحــواض التى تتميز بإنخفاض محتواها من الأكسجين الذائب فإنه يجب زيادة برمنجــنات البوتاســيوم الــتى تستخدم بصفه مؤقته وذلك لأكسدة الماده العضويه وتقليل المواد الغير عضــويه ولأن هــذه التفاعلات تنتج ثانى أكسيد المنجنيز(المعادله١٠-١) فان التفاعل الثانى (المعادله ١٠-٢) ســوف يحدث فى مياه الأحواض. وبرمنجنات البوتاسيوم تستخدم فى معادلة العديد من المواد

المختزلـه كمــا هــو موضـــح فى المعادله(١٠-١). وهذه الحقيقه توضح أن عملية تحلل برمنجنات البوتاســيوم فــى وجود ثانى أكسيد المنجنيز (المعادله١٠-٢) لاتحدث إلا فى وجود المواد المختزله. وفـــى المقابل فإن برمنجنات البوتاسيوم لايمكن أن تستخدم ك titrating agent لأن كمية برمنجنات البوتاســيوم المســتهلكه طبقا للمعادله (١٠-١) لايمكن أن نميزها عن كمية البرمنجنات التى حدث لها تحلــل (المعادلــه ١٠-٢). وإذا أضــيفت كميات كبيره من برمنجنات البوتاسيوم إلى الأحواض عن الكمــيات المطلوبه فان الكميه الزائده من برمنجنات البوتاسيوم تتحلل وتنتج الأكسجين وبفرض أن كل برمنجنات البوتاسيوم الزائده قد تحللت لتعطى أكسجين فان عدد ملليجرامات البرمنجنات لكل لتر والتى نحتاج إليها لإنتاج ١ ملليجرام/لتر من الأكسجين الذائب يمكن حسابها من المعادله أو العلاقه الآتيه :-

632.16mg	96
$4KMnO_4 =$	$3O_2$
X	1mg/ Liter

X= 6.58 mg / Liter

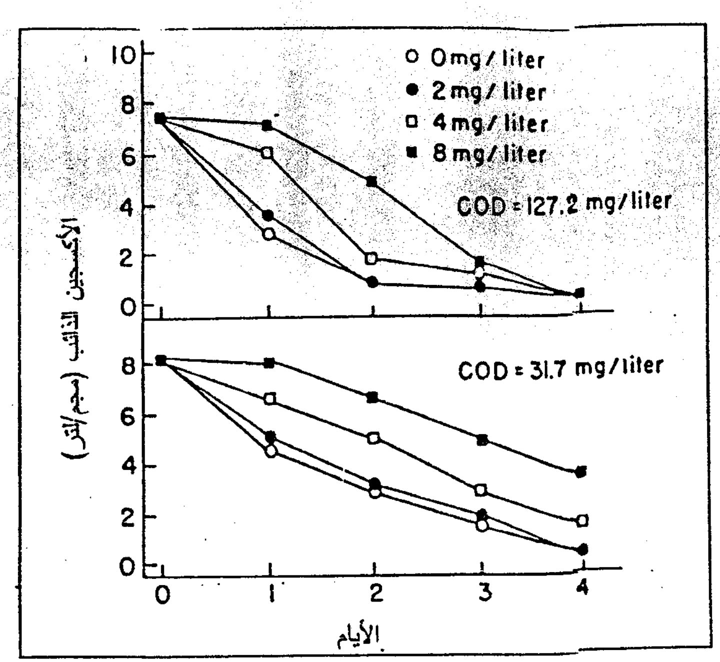
ومـــن الواضح أن المعامله بواسطة برمنجنات البوتاسيوم لاتعتبر طريقه مناسبه لزيادة تركيز الأكســجين الذائب فى أحواض تربية الأسماك لأن الكميه التى سوف نحتاجها من البرمنجنات سيضاف الــيها ٦٫٥٨ ملليــجرام/لــتر والتى تضاف بغرض زيادة تركيز الاكسجين الذائب بواقع ١ مجم/لتر. وبالطـــبع فان إضافة هذه المعدلات من برمنجنات البوتاسيوم إلى أحواض تربية الأسماك سوف تؤدى إلـــى قـــتل الأسماك. والأحواض التى إنخفض تركيز الأكسجين الذائب فى مياهها نظراً لإحتوائها على أيونـــات الحديـــد Fe^{2+} فإذا أضيفت برمنجنات البوتاسيوم إلى هذه الأحواض فإن أيونات الحديد Fe^{2+} تتأكسد الى هيدروكسيد الحديديك $Fe(OH)_3$ كما هو موضح فى المعادله التاليه :-

$$3Fe(HCO_3)_2+KmnO_4+7H_2O \rightarrow MnO_2+3Fe(OH)_3\downarrow+kHCO_3+5HCO_3 \qquad (10\text{-}3)$$

والأرثوفوســفات تدمص بواسطة ترسيب هيدروكسيد الحديديك ويمكن إزالته من المحلول فى صورة راسب غير ذائب وهذا يوضح أن التسميد بواسطة الفوسفور ضرورى لكى يبدأ الفيتوبلانكتون فـــى عملـــية الإزهار وبعد ذلك يجب المعامله ببرمنجنات البوتاسيوم. ويجب عدم إضافة السماد حتى يترسب هيدروكسيد الحديديك من المياه وعاده ما تحتاج هذه العمليه إلى حوالى ٢-٣ أيام. وبالرغم من الإســتخدام الواســع لبرمنجنات البوتاسيوم فى تقليل درجة الانخفاض فى تركيز الاكسجين الذائب فى أحــواض الأســماك وبالإضافه الى السعر المرتفع لبرمنجنات البوتاسيوم فإنها تؤدى كذلك الى حدوث مشاكل إضافيه لمياه الاحواض عند معاملتها بها.

Removal of reduced inorganic matter <u>إزالة المواد المختزله الغير عضويه:</u>

تعتـــبر برمنجنات البوتاسيوم فعاله جداً فى إزالة المواد الغير عضوية المختزلة مثل كبريتيد الأيدروجيـــن H_2S وأيونات الحديديك Fe^{2+} وتفاعل برمنجنات البوتاسيوم مع أيون الحديديك قد سبق توضـــيحه فى المعادله (١٠-٣) أما تفاعل برمنجنات البوتاسيوم مع كبريتيد الأيدروجين فهو مبين فى المعادلة (١٠-٤).



شـــكل (٥١): تأثـــير معاملة حوضين بإستخدام صفر، ٢ ، ٤ ، ٨ مجم/لتر برمنجنات بوتاسيوم على إستهلاك الأكسجين الذائب بواسطة الكائنات الحية الدقيقة (Tucker and Boyd, 1977)

$$4KMnO_4 + 3H_2S \rightarrow 2K_2SO_4 + S + 3MnO + 3H_2O \quad (10\text{-}4)$$

وبإســـتخدام العلاقات والمعادلات (١٠-٣) ، (١٠-٤) فإن عدد ملليجرامات برمنجنات البوتاسيوم/لتر التى نحتاج إليها نظرياً وذلك لإزالة ١ مجم /لتر من أيون الحديديك وكبريتيد الأيدروجين يمكن حسابها كالآتى :-

158.04 mg   167.55 mg
$KMnO_4$ = $3\ Fe^{2+}$
X   1mg / Liter
X = 0.94 mg / Liter of $KMnO_4$

632 mg   102.18 mg
$4KMnO_4$ $3H_2S$
X   1Mg/Liter
X = 6.19 mg / Liter of $KmnO_4$

ومعظم المياه الطبيعيه التي تحتوى على أيونات الحديديك Fe^{2+} وكبريتيد الايدروجين H_2S تحـتوى كذلـك على بعض المواد المختزلة الأخرى والتى تتفاعل مع برمنجنات البوتاسيوم وجرعات البوتاسـيوم اللازمـة لأكسدة الحديديك وكبريتيد الايدروجين المحسوبة لاتعتبر كاملة الفعاليه وذلك فى إزالـة أيونات الحديديك أو كبريتيد الايدروجين وذلك لأن كمية من برمنجنات البوتاسيوم تقوم بأكسدة بعض المواد الاخرى .

إزالة سمية المبيدات الحشريه Detoxification of pesticdes

لقـد وجـد أن برمنجنات البوتاسيوم تقوم بأكسدة ال rotenone الى صورة غير سامه وفى الأحـواض الزجاجيه الصغيره فإن برمنجنات البوتاسيوم تستخدم بمعدل ٢ مجم/لتر وذلك لإزالة سميه مقدارهـا ٠٫٠٥ مجم/لتر من ال rotenone أما فى الأحواض الترابيه والمجارى المائيه فان تركيزات برمنجـنات البوتاسـيوم تـتراوح مابين ٢-٢٥ مجم/لتر وهذا التركيز يعمل على إزالة سميه مقدارها ٠٫٠٥ مجم /لتر من الrotenone وفى هذه التجارب توضع شبكة بعرض المجرى المائى وذلك لمنع الأسماك من الدخول إلى المنطقة التى تضاف اليها المواد السامه rotenone ولكن من الملاحظ أن ال rotenone يخـرج من المنطقة المحيطه بالشبكه ويقتل الأسماك. ولمنع هذه العمليات الغير مرغوبة فإنـه يمكـن تعليق أكياس من القماش تحتوى على برمنجنات البوتاسيوم فى مقدمه ومؤخره المجارى المائيه .

ولقـد وجـد أن التركيزات الصغيره من ال antimycin تستخدم كماده نازعه للسموم عند إضـافتها الـى ١مجم/لتر من برمنجنات البوتاسيوم. كما وجد أن الماده العضويه فى الماء تعمل على تقليل فعالية برمنجنات البوتاسيوم فى إزالة سمية المبيدات.

فوق أكسيد الأيدروجين Hydrogen peroxide

عاده مايستخدم فوق أكسيد الأيدروجين كماده مؤكسده فى مزارع الاسماك ولقد أستخدم فوق أكسـيد الأيدروجيـن كمصدر للأكسجين الذائب وذلك عند نقل الأسماك فى تنكات وذلك عند نقل هذه الأسماك إلى المناطق البعيده. والتفاعل الذى ينتج عنه الأكسجين الجزيئى هو :-

$$2H_2O_2 \rightarrow 2H_2O + O_2 \qquad (10\text{-}5)$$

ولقد وجد أن إضافة ٠٫٠٥ ملليمتر (نقطه واحده) من فوق أكسيد الأيدروجين ذو تركيز ٦% إلـى لـتر مـن الماء أدى ذلك إلى إنتاج ١٫٠٥ مجم من الأكسجين تقريباً. وفوق أكسيد الأيدروجين يستخدم كذلك فى أكسدة الماده العضويه الموجوده فى الماء ولكننا نشك فى قيام فوق أكسيد الايدروجين فـى خفـض درجة النقص فى الأكسجين الذائب حيث أن هناك مجموعه من الأسباب تؤدى إلى تقليل فعالـية فوق أكسيد الأيدروجين فى هذا الشأن وهى نفس العوامل التى تقلل فعالية برمنجنات البوتاسيوم فى هذا المجال .

الروتينون Rotenone

كمـا سـبق وأوضـحنا فإن هذه الماده تستخدم على نطاق واسع كمواد سامه للأسماك وفى أحواض تربيه الأسماك فان هذه الماده عاده ما تستخدم فى قتل الأسماك البريه wildfish قبل إستخدام الأحـواض فـى الإنـتاج. كمـا تسـتخدم كذلك فى إحداث تسمم جزئى فى أحواض تربية أسماك ال largemouth bass sunfish والـتى عـاده مـا تكـون مختلطه بكميه كبيره من الأسماك الصغيره والمتوسـطه الحجـم من أسماك ال sunfish والروتينون rotenone عباره عن مركب عضوى معقد رمـزه الكيمـيائى هو $C_{23}H_{22}O_6$ والذى يتواجد مرتبطاً مع المركبات الموجوده فى جذور نبات ال *Derris elliptica* وكذلـك جنس *Lonchocarpus spp* وبعض النباتات البقوليه الأخرى. وجذور هـذه النـباتات يـتم تجفـيفها وطحنها وتستخدم كمستخلصات لهذه الجذور والتى تستخدم فى تحضير الصور السائلة من هذا المركب. وهناك ثلاث صور أساسيه من هذا المركب تستخدم فى قتل الأسماك وهـذه المركبات هى 5% cmulsifiable concentrate والصوره الثانيه هى 5% wettable powder أما الصوره الثالثه فهى synergizedemulsifiable cocentrate 2.5 % .

ومـادة والروتينون rotenon لها تأثير على التنفس كما لها تأثير سام جداًعلى الأسماك عند إضافتها بتركـيزات منخفضـة. وعـند وجودهـا بتركيز يتراوح ما بين ٠٫٠٥-٢ مجم/لتر يؤدى الى تحطيم

المجتمعات السمكيه. وعند إضافة ١ مجم/لتر من هذه الماده والتى تكون بتركيز ٥ % منها فإن التركيز الفعلـــى فـــى هذه الحاله فى مياه الأحواض يكون ٠٫٠٥ مجم/لتر (١مجم/لتر × ٠٫٠٥) ولذلك فان هذا التركيز يعتبر سام جداً للأسماك. وهناك العديد من العوامل التى تؤثر على سمية هذا المركب منها :-

درجـــة الحراره : فلقد وجد أن هذا المركب تزداد درجة سميته عند إرتفاع درجة الحراره ولذلك فلقد نصح العلماء بأنه يجب حساب درجة سمية هذا المركب عندما تكون درجة حرارة الماء ١٥°م.

درجة الحموضه . فلقد وجد أن هذا المركب سام جدا فى الوسط الحمضى والوسط المتعادل عن الوسط القلـــوى. فعلى سبيل المثال فأن قيم ال Lc50 لهذا المركب لاسماك ال goldfish تزداد من ٠٫١٢ - ٠٫١/ مـــيكروجرام/لتر من مركب ال 5% emulsifiable concentrate على درجة pH مقدارها ٥-٧ بينما تزداد هذه القيمه لتصل الى ٠٫٣٣/ ميكروجرام/لتر على درجة pH مقدارها ١٠.

نوعية المياه : فلقد وجد أن كمية ال rotenone التى نحتاج إليها لقتل الأسماك تزداد فى الماء العسر hard water عـــن تلك التى نحتاج اليها فى الماء اليسر soft water ولقد وجد أن التركيز المطلوب مـــن هذه الماده لقتل الأسماك فى المياه ال soft and acid يتراوح ما بين ٠٫٠٢٥-٠٫٥ مجم/لتر. أما فـــى المياه القلويه فلقد وجد أن التركيز المطلوب من هذا المركب يصل الى ١-٢ مجم/لتر وذلك لقتل الاسماك .

وهـــناك العديد من الطرق التى أستخدمت فى القضاء على الأسماك بإستخدام ال rotenine ومـــن هذه الطرق تلك التى تخلط فيها هذه الماده بالماء بواسطة قارب بموتور motorboat وترش هـــذه المـــاده علـــى ســـطح مياه الحوض الكبيره الحجم بالقوارب أوباستخدام الطائرات أما فى حالة الأحـــواض صـــغيرة الحجـــم والغير عميقه shallow فان التوزيع اليدوى المتجانس لهذه الماده على ســـطح مـــياه الحوض تعتبر هى الطريق الفعاله فى هذا المجال. والتغطيه المتجانسه بهذه الماده لمياه الحـــوض يمكن الحصول عليها وذلك باستخدم رشاشات خاصه. وحتى عندما يكون تركيز هذه الماده ١-٢ مجم/لتر فان من المحتمل الأ تقتل كل الأسماك الموجوده فى الحوض .

ومـــن الطرق التى يمكن إستخدامها فى رش الروتينين rotenine تلك التى يتم فيها وضع ال rotenone فـــى نقطـــه واحده فى مركز الحوض على خط واحد تحت مياه الحوض وهذه الطريقه فعالـــه فى قتل أعداد كبيره من الأسماك الصغيره من نوع ال sunfish وأعداد صغيره من الأسماك الكبيرة الحجم من هذا النوع و الروتينين rotenone يتم وضعه فى خطوط متوازيه تبعد عن بعضها بمسافات تتراوح ما بين ١٫٦- ١٫٩ متر من النقطه المركزيه أو المخزن الرئيسى لهذه الماده وعند ذلك يستخدم هذا المركب بمعدل ٥٢٨ ملليلتر من ال 5% rotenone concentraete لكل ٩١ متر

ويـــتم وضـــع هـــذا المركب على عمق ١٥ سم من سطح الحوض. وكما ذكرنا سابقاً فإن برمنجنات البوتاســـيوم تضـــاف مع الروتينين rotenone وبالرغم من أن التكسير الطبيعى للrotenone إلى الصـــوره الغـــير ســـامه تعتبر عمليه سريعه الى حد ما فان ال rotenone يفقد التأثير السام بسرعه كبـــيره عـــندما تكون درجات الحراره وكثافة الضوء عاليه. كما أن القلويه تساعد كذلك على عملية التكســـير هذه. وأثناء فصلى الربيع والصيف فان هذا المركب يتحول الى الصوره الغير سامه وذلك فـــى خلال فتره مقدارها (١-٢ أسبوع) أما فى فصل الصيف فإنه يحتاج إلى فتره أطول لكى يتحول الى الصوره الغير فعاله

مرسبات المواد الغرويه **Coagulants**

تمـــثل الغـــرويات جـــزءاً مـــن العكاره Turbidity الغير مرغوبه فى مياه الحوض وتتميز جزيئات الغرويات بأنها دقيقه (١-١٠٠ نانوميتر) ولذلك فإنها تظل معلقه فى مياه الحوض ضد قوى الجاذبيه الأرضيه. وجزيئات الغرويات فى المياه الطبيعيه بصفه عامه ذات شحنات سالبه والتى عاده مـــا تتنافر مع بعضها. وهناك العديد من الطرق التى تستخدم فىإزالة الغرويات من المياه ولكن أكثر هـــذه الطرق فعاليه فى إزالة الغرويات هى تلك الطريقه التى تعامل فيها مياه الحوض بالألكتروليتات ذات الشـــحنه الموجـــبه والعمليه التى يتم فيها تجميع جزيئات الغرويات بواسطة الألكتروليتات تعتبر عملـــيه معقده يصعب شرحها هنا. ومن المعتقد أن الألكتروليتات ذات الشحنات الموجبه تقوم بمعادلة جـــزء من شحنة الغرويات السالبه وهذا يقلل قوة التنافر بين الغرويات ويجعلها تتجمع على هيئة كتل وهـــذه الكتل تتجمع مع بعضها وعندما يزداد حجمها بدرجه كبير تترسب. وفعالية الألكتروليتات فى تجمـــيع جزيـــئات الغـــرويات تزداد مع زيادة شحنة الألكتروليتات وذلك عند استخدام هذه الشحنات كمرســـبات coagulants وكبريـــتات الألومنيوم المائيه $Al_2(SO_4)_3.14H_2O$ عند ذوبانها فى الماء تعطى أيونات من الكبريتات $SO4^{2-}$ والألومنيوم AL^{3+} وبعض المركبات المعقده مثل $AL(OH)^{2+}$ وكذلك ال $AL(OH)_3$ وبذلك فانها تعتبر مرسبات غرويه Coagulant ممتازه. والالومنيوم يستخدم على نطاق واسع فى تنقية مياه الشرب كما يستخدم الألومنيوم فى إزالة الغرويات من مياه المصارف.

<u>إستخدام المواد العضوية فى ازالة عكارة الطين</u> Organic matter to remove clay turbidity

إن جزيـــئات الطيـــن الغـــرويه تعتـــبر مصادرعامه للعكاره فى الأحواض ولقد لوحظ أن الأحـــواض الـــتى تحتوى على مجموعات من النباتات الكبيره Macrophytes عاده ما تكون مياهها رائقـــه وصـــافيه والـــتى يعتقد أن عمليات التمثيل الضوئى التى تقوم بها النباتات وكذلك تحلل بعض

نواتج هذه النباتات تعمل على المحافظه على نقاء المياه وجعلها صافيه. وهذا منطقى لأن هذه النباتات لايمكن لها أن تعيش فى المياه العكره. ومع أن العلماء قاموا بوضع النباتات الميته الى الأحواض ذات المياه العكره فأدى ذلك الى زيادة تركيز غاز ثانى أكسيد الكربون وخفض درجة ال pH مؤديه بذلك الى ترسيب حبيبات الطين الغرويه. وكما أتضح أن أيون الايدروجين يعادل جزيئات الغرويات مؤديه بذلــك إلـــى إظهار تأثيره فى عملية تجميع وترسيب حبيبات الطمى Coagulation ولكن الميكانيكيه الـــتى يـــتم بها إختزال عكارة الطين بواسطة الماده العضويه غير معروفه والنتائج التى تم الحصول علـــيها من خلال التجارب والتى استخدمت فيها المواد الخضراء فى إزالة العكاره من مياه الأحواض موضـــحه فـــى شـــكل (٥٢). أما كميات المواد الخضراء الجافه (الدريس) اللازمه لترسيب الكميات المختلفه من العكاره فانها موجوده فى جدول (٢٦).

ولقـــد أوصى بإستخدام الماده العضويه فى إزالة عكارة الطين ولقد وجدا أن إستخدام الأسمدة العضـــوية مرتيـــن إلـــى ثلاث مرات بواقع ٢٤٤٠ كجم/هكتار فى كل مره وبفاصل زمنى مقداره ٣ أســـابيع بين كل معاملتين يؤدى الى تحول الماء الى اللون الرائق. ويمكن إستخدم كسب القطن بواقع ٨٤ كجـــم/هكتار بالاضافه الى ٢٨ كجم/هكتار من السوبرفوسفات بفاصل زمنى مقداره ٢-٣ أسابيع وقد أدى ذلك إلى ترسيب حبيبات الطين .

استخدام الالكتروليتات فى ازالة العكاره Electrolytes for turbidity removal

إن اســـتخدام المـــاده العضويه فى تنقية مياه الحوض من العكاره تعتبر من العمليات الصعبه بالإضافه الى أنها تتحلل وتستهلك أكسجين من مياه الحوض ولذلك فإننا نستخدم الألكتروليتات فى هذا المجـــال وبدرجـــه أوســـع من استخدام الماده العضويه وبالرغم من ذلك فلقد أوصى بعض الباحثين بإستخدام الجبس الزراعى وكذلك هيدروكسيد الكالسيوم أو الجبس ($CaSO_4.2H_2O$) وذلك لتنقية مياه الحـــوض وترســـيب حبيـــبات الطمـــى. ويجـــب أن نشـــير هـــنا إلى أن محاولات تحسين إستخدام الألكتروليـــتات فـــى تنقية مياه الأحواض مازالت بسيطه ومحدده. ولقد أجريت أبحاث معمليه لاختيار إســـتخدام الجـــبس وهيدروكسيد الكالسيوم والألومنيوم فى إزالة عكارة الطين. والعكاره تنتج بواسطة إضافة ٢٥٠ جرام تربه الى ٢٠ لتر من الماء مع التقليب لمدة ٥ دقائق وبعد التوقف عن التقليب لمدة ٢٠ دقيقه فان الجزء العكر يتم نقله بواسطة عملية سيفون الى أسطوانة سعتها ١٠٠٠ ملليمتر. وفعالية ال Coagulants يمكن إختبارها بواسطة تقدير فعاليتها فى إنتاج كتل طافيه فى الماء العكر الموجود فى الإسطوانه ولقد تم أختيار الأراضى المأخوذه من ثلاث أماكن مختلفه والعكاره يمكن قياسها وذلك عـــن طـــريق وحـــدات ال formazin turbidity units (FTU) وفعالية المواد الكيماويه فى ازالة

العكاره تزداد كما يلى :- الجبس < هيدروكسيد الكالسيوم<الألمونيوم وهذا موضح فى الجداول (٢٣ ، ٢٤ ، ٢٥). وشكل (٥٣، ٥٤) ومرشح الألومنيوم والذى له التركيب الكيميائى $Al_2(SO_4)_3.14H_2O$ هو صورة الألمونيوم التى تستخدم كمرسب للطمى coagulant وهذا التفاعل تفاعل حمضى قوى جداً فى الماء كما هو موضح فى المعادله التاليه (١٠-٦) :-

$$Al_2(SO_4)_3.14H_2O + 6H_2O \rightarrow 2Al(OH)_3 + 6H + 3SO_4^{2-} + 14\,H_2O \rightarrow (10\text{-}6)$$

وأيون الأيدروجين الناتج فى المعادله السابقه يتفاعل مع أيونات القلويه (البيكربونات والكربونات والأيدروكسيد) وذلك لإنتاج ثانى أكسيد الكربون والماء وخفض رقم الحموضة .

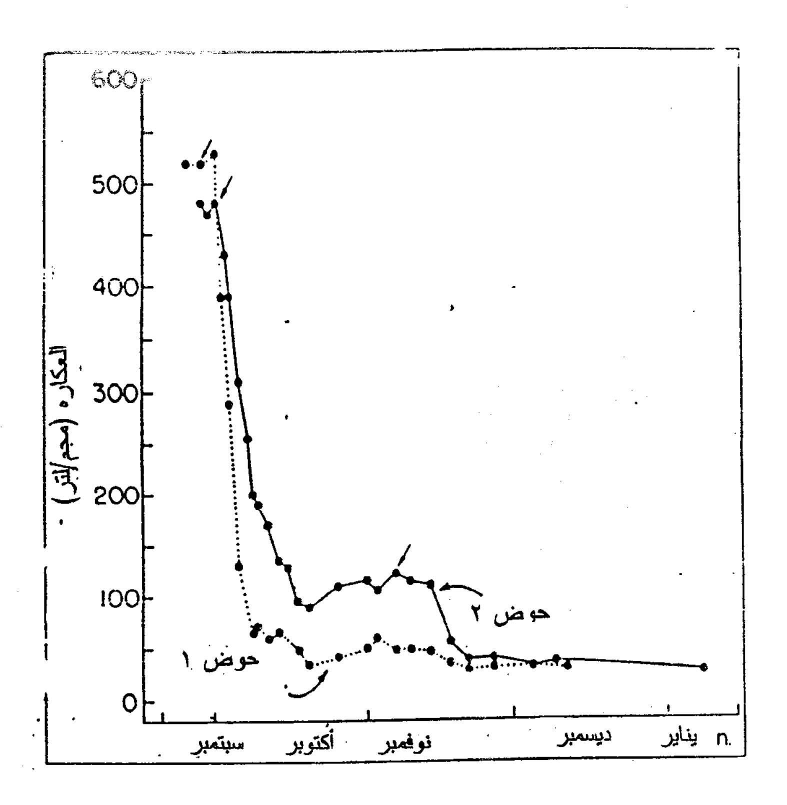
ولقد وجد أن إضافة ١ مجم/ لتر من ال Filter alum سوف يؤدى إلى خفض القلويه بحوالى ٠٥ر٠مجم/لتر وإنتاج ٠٤٤ر٠ مجم/لتر ثانى أكسيد كربون .

جدول (٢٦): كميات الدريس التى نحتاج إليها لإزالة عكارة الطين من مياه الأحواض.

العكاره فى الحوض (مجم/لتر)	كمية الدريس (كجم/م٣)
٢٥	٠٥ر٠
٥٠	١٠ر٠
٧٥	١٥ر٠
١٠٠	٢٠ر٠
١٥٠	٣٠ر٠
٢٠٠	٤٠ر٠

وهيدروكسيد الكالسيوم له قوه أساسيه فى التفاعل فى الماء وذلك لانه يتأين لينتج أيونات الهيدروكسيد. أما الجبس فانه متعادل التفاعل فى الماء ولذا فهذه الماده لها فعاليه أقل فى إزالة العكاره مقارنة بباقى المواد التى تستخدم فى هذا المجال.

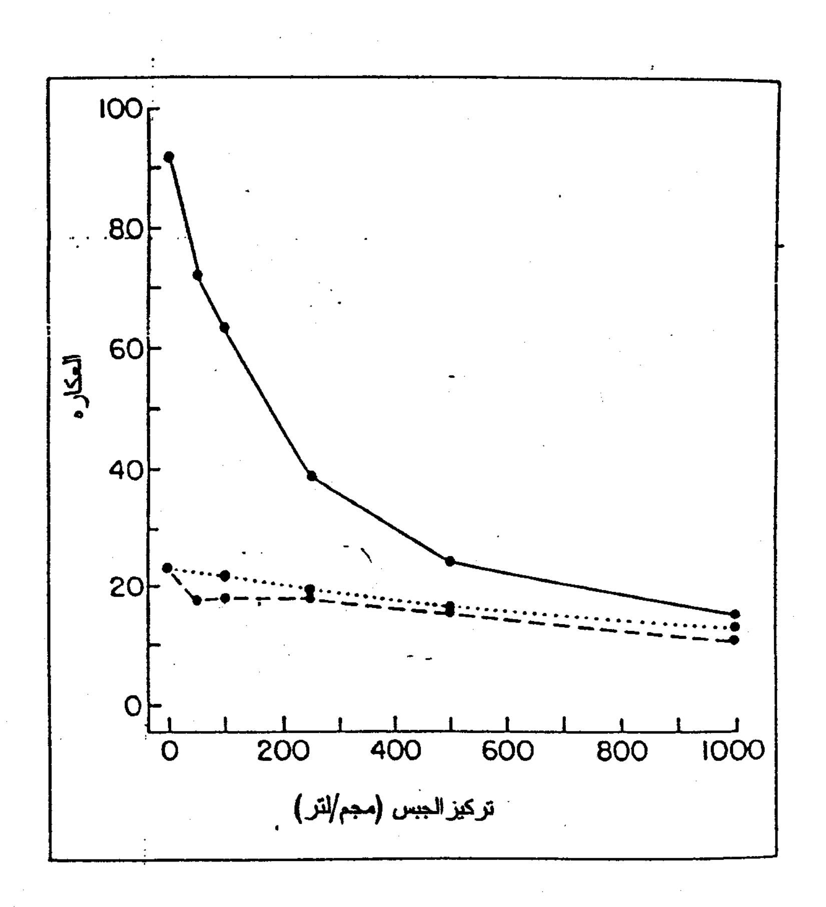
وإحتياجات الألومنيوم فى الإختبار تستخدم فى تقدير معدل المعامله بالألومنيوم. حيث يرش الالومنيوم فوق سطح الحوض من الزورق لأن المياه الخارجه من الموتور تعمل على مزج الالومنيوم بالماء حيث يذوب الالومنيوم فى الماء. ويستخدم خلاط صغير فى الحوض لمدة ٣٠دقيقه وذلك لخلط الالمونيوم فى مياه الحوض. حيث تؤدى هذه المعامله الى خفض العكاره فى مياه الحوض خلال مده تصل الى ساعتين ويمكن ملاحظة ذلك باستخدام قرص الشفافية.



شكل (٥٢): تأثير إضافة المواد النباتية على إزالة عكارة الطين مياة الأحواض

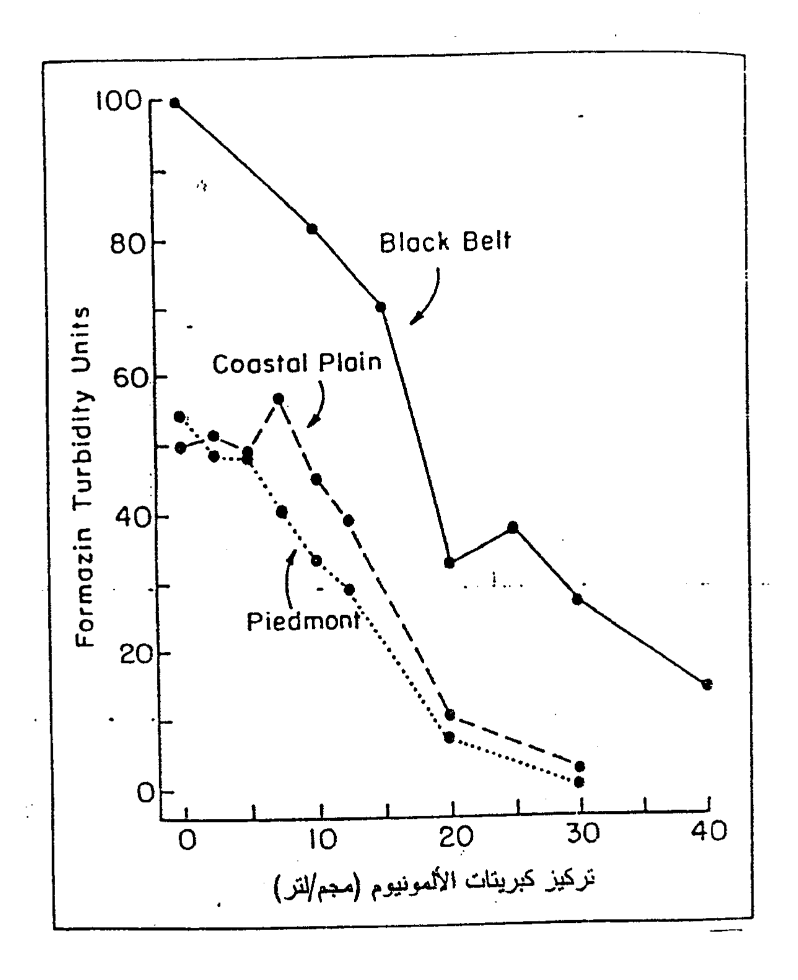
عن (Irwin and Stevenson, 1951)

والبيانات المؤخوذه من هذه التجربه توضح تأثير المعامله بالالومنيوم على القلويه وعلى درجة ال pH ففى هذا الحوض كانت درجة القلويه فى البدايه ٢ر١٦ مجم/لتر ودرجة ال pH كانت ١ر٧ وبعد ساعتين من المعامله بالالومنيوم أنخفضت درجة القلويه لتصل الى ٤ر٤مجم/لتر كما انخفضت ال pH ليصل الى ٨ر٥ . وبعد يوم واحد من المعامله كانت القلويه ١ر٦ مجم/لتر ودرجة ال pH الى٥ر٦ ومن الملاحظ أن درجة ال pH وكذلك القلويه قد عادت تدريجياً الى المستوى قبل المعاملة بالألومنيوم وذلك خـــلال الشهر التالى للمعاملة ومعدل المعاملة بالألومنيوم وتأثير هذة المعاملة على درجة الpH فى حـــوض مـــا يمكن تقديرها باستخدام إختبار بسيط تم شرحة فى الفصل الثانى عشر من هذا الكتاب والألومنيوم يجب إستخدامة فى كل الحوض مع خلطه بسرعة بالماء كلما أمكن ذلك. ويستخدم فى خلط الألومونيوم قارب بموتور حيث يساعد فى إتمام خلط المحلول. والألومنيوم يجب إضافتة عندما يكون الجو صافى وساكن وذلك لإن الرياح تمنع ترسيب الكريات الصغيرة المتكونة من العكارة.



شكل (٥٣): فعالية إضافة الجبس فى إزالة عكارة الطين من الماء.

وطـبقا لنتائج بعض النتائج فإن الألمونيوم لا يكون بالتركيز الذى يعمل على قتل الأسماك حيث أن تعـريض أسـماك ال Minnows وهى أنواع غير معروفة من الأسماك عند تعريضها لكبريتات الالمونيوم المائية $AL_2 (SO_4)_3 .14H_2O$ بتركيز ١ر١٧مجم /لتر لم يؤثر على هذه الأنواع وذلك عـند تعريضـها لهـذا التركيز لعدة ساعات. ولقد وجد أن تعريض أسماك ال gold fish وأسماك Sunfishوأسماك Largemouth bass لتركيز مقداره ١٠٠مجم /لتر من كبريتات الألومنيوم وذلك لمـدة ٧ أيام لم يكن له أى تأثير على هذه الأسماك وعند تعريض هذه الأسماك لتركيز مقداره ٢٥٠ مجـم /لـتر ٨-٢٤ ساعة أدى إلى موت هذه الأسماك كما وجد ان أسماك ال Minnows لاتتأثر إذا كان تركيز الالومنيوم ١٠-٣٠ مجم/لتر وذلك اذا كانت درجة القلوية اكبر من ٢٠ مجم/لتر.



شكل (٥٤): فعالية إضافة كبريتات الألمونيوم فى إزالة عكارة الطين.

وإختبارات السمية والتى سبق توضيحها قبل ذلك فى المياه تتم مع وجود كميات كافية من القلوية وذلك لمنع الانخفاض الكبير فى درجة ال pH. ومن الواضح أنه يجب ملاحظة كميات الألومنيوم التى تضاف إلى المياه وذلك لمنع الإنخفاض الكبير فى درجة ال pH حيث يؤدى الإنخفاض الكبير فيه إلى موت الأسماك. وإذا إنخفضت درجة ال pH إلى الدرجة الخطيرة فإنه يجب إضافة هيدروكسيد الكالسيوم لضبط درجة ال pH وهيدروكسيد الكالسيوم يجب إضافته قبل أو عند إضافه الألومنيوم والقدره الحمضية potential acidity لفلتر الألومنيوم يمكن حسابها بسهولة

بواسـطة هيدروكسـيد الكالسيوم وذلك لتوضيح القدره الحمضية للأسمدة النيتروجينية ومن المعادلة (١٠-٦) نجـد أن كـل جـزئ من فلتر الألمونيوم ينتج ٦ أيونات أيدروجين ونحن نعلم أن أيونات الايدروجين الستة الناتجة تحتاج الى ثلاث جزيئات من ايدروكسيد الكالسيوم لكى تتعادل معها. ولذلك فإننا نستطيع أن نحسب القدرة الحمضية لمرشح الالومنيوم كما يلى :-

594.14 mg		222.24 mg
$Al2(SO_4)_3.14H_2O$	$\rightleftharpoons$	$6H = 3Ca(OH)_2$
1mg /liter		X

$X = 0.37mg$ /liter of $Ca(OH)_2$

ولذلـك فان ٣٧ر٠ مجم/لتر من الجبس $Ca(OH)_2$ تكون كافيه لعلاج تأثير إضافة ١مجم/لتر من فلتر الألومنيوم على القلويه ، والتغير فى درجة ال pH.

هـذا ولقـد وجد أن أنسب درجةpH واللازمه لاتمام عملية Coagulation وذلك للغرويات السـالبه هـى تلك التى تقع بين ٥-٥ر٦ كما وجد أن إضافة الجبس (هيدروكسيد الكالسيوم) مع فلتر الألومنيوم لاتؤدى الى التخلص من كل القلويه كما أن درجة ال pH سوف لاتقل عن ٥ .

المواد المطهرة Therapeutants

أ- برمنجنات البوتاسيوم potassium permangnate

تسـتخدم برمنجنات البوتاسيوم وذلك لعلاج العديد من أمراض الأسماك المرباة في تنكات أو فـي أحـواض والجـرعات المسـتخدمة نـادرا ما تزيد عن ٢-٣ مجم/لتر في الأحواض وذلك لأن برمنجنات البوتاسيوم سامة للأسماك كما أنها سامة جدا للنباتات ولكن معاملة الأحواض بها بمعدل ٢-٣ مجـم/لـتر لا تـؤدى إلى خفض نسبة الأكسجين الذائب في الأحواض وكما ناقشنا سابقا في الجزء الخـاص بالمواد المؤكسدة oxidizing agents فان سمية برمنجنات البوتاسيوم للبكتريا يقل في الماء المحـتوى علـى البلانكـتون المزدهر وهناك شك في أن المعاملة ببرمنجنات البوتاسيوم بمعدل٢-٣ مجـم/لتر تعتبر فعالة في مقاومة أمراض الأسماك المرباه في الأحواض التي تحتوى على نمو غزير للبلانكتون وبرمنجنات البوتاسيوم يجب إضافتها إلى أحواض الأسماك بمعدل مقداره ٥ر٠ مجم/لتر في الأحـواض ذات المياه الرائقة ويصل هذا المعدل إلى ٥ر٥ مجم/لتر في الأحواض التى بها نمو غزير للبلانكتون .

وعـند إضـافة برمنجـنات البوتاسيوم بمعدل ٣ مجم/لتر فان الكمية المتبقية من هذا المعدل ومقدارها ٥ر٢ مجم/لتر هذه الكمية تقوم بقتل الكائنات الحية الدقيقة المسببة لامراض الأسماك. ويجب

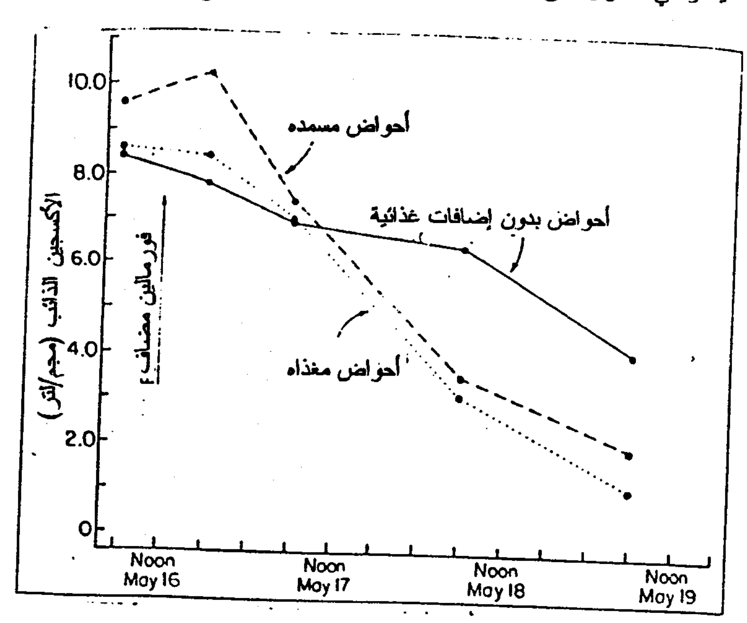
إضـــافة كمـــية كافية من برمنجنات البوتاسيوم إلى مياه الأحواض حيث يستهلك جزء منها وجزء آخر يتبقى في مياه الحوض وهذا الجزء المتبقي يكون كافيا لقتل مسببات الأمراض بالنسبة للأسماك ولقد تم تقديـــر ومعرفة الجزء من برمنجنات البوتاسيوم والذي يستهلك بواسطة المواد العضوية الموجودة في مـــياه الحـــوض. ونظـــراً لأن مـــياه الحوض التي تحتوى على كمية البرمنجنات المتبقية للقضاء على مســـببات الأمـــراض تـــأخذ اللـــون الأحمر الوردي (القرنفلي) لذلك فان بعض مربى الأسماك يقوموا بإضـــافة برمنجنات البوتاسيوم مره أخرى إلى الحوض حتى يثبت اللون الأحمر الوردي بالرغم من أن الاختـــبار الذي يتم عن طريقة تحديد كمية برمنجنات البوتاسيوم يعتبر طريقة أسهل وأسرع وطريقة مقبولة لتحديد جرعة برمنجنات البوتاسيوم اللازمة لمياه الحوض .

وبالرغم من أن برمنجنات البوتاسيوم سامة للأسماك عندما توجد بتركيزات أقل من ٢ مجم/لتر في الاختبارات المعملية إلا أن الصورة المختزلة منها وهى ثاني أكسيد المنجنيز MnO_2 أقل بكثيرفي تأثـــيرها السام من برمنجنات البوتاسيوم ولذلك فان التركيزات العالية من برمنجنات البوتاسيوم يمكن إضـــافتها إلى الأحواض التي تحتوى على البلانكتون المزهر بكمية كبيره وهذه التركيزات العالية من البرمنجـــنات يمكن إضافتها إلى الأحواض بدون ظهور أي تأثيرات خطيرة على مجتمعات الأسماك . فعلـــى ســـبيل المثال وجد أن إضافة برمنجنات البوتاسيوم بمعدل ٨ مجم /لتر يعتبر غير سام بالنسبة لأســـماك Bluegill and fathead minnows وهـــناك العديـــد مـــن الدراسات التي أجريت في هذا المجـــال والتي أوضحت أن مياه الأحواض يجب أن تعامل ببرمنجنات البوتاسيوم بمعدل يساوى كمية البرمنجنات المطلوبة مضافاً إليها ٢ مجم/لتر من برمنجنات البوتاسيوم بدون أي تأثير ضار للأسماك. ومـــع ذلك يمكن تصور أن المعدلات العالية من برمنجنات البوتاسيوم عند إضافتها إلى مياه الأحواض التـــي تحتوى على نموات عالية من البلانكتون المزهر تؤدى إلى موت كمية كبيره من هذا البلانكتون وعـــادة مـــايكون ذلـــك متـــبوعاً بـــتحلل هذا البلانكتون وانخفاض في الأكسجين الذائب في مياه هذه الأحواض المعاملة .

ب- الفورمالين Formalin

وهـــذه المـــادة الكيميائـــية تستخدم على نطاق واسع عند إستزراع الأسماك وذلك للتحكم في الطحالـــب وبيض الأسماك والطفيليات الخارجية التى تصيب الأسماك. وهذه المادة غير سامه للأسماك كما تستخدم بمعدل ١٠٠٠-٢٠٠٠مجم/لتر وذلك لمدة ١٥ دقيقة عند اندفاع الماء بمعدل ثابت أو بمعدل ١٦٧-٢٥٠مجم/لترفي تنكات لمدة ساعة واحدة وبمعدل ٢٧,٥-١٦,٥ مجم/ لتر وذلك للأحواض لمدد غـــير محـــدود ولسوء الحظ فان الفورمالين مادة سامة بدرجة كبيرة للبلانكتون كما أن الأحواض التي

تعـــامل ب ١٥ مجم/لتر تؤدى إلي خفض كمية الأكسجين الذائب في مياه الأحواض التي تحتوى على بلانكـــتون مزهر بدرجة كبيرة. فعلى سبيل المثال فان النقص في مقدار الأكسجين الذائب والذي يحدث نتـــيجة معاملة الأحواض بالفورمالين يكون كبير جدا في الأحواض التي يتم تسميدها والتى تعتمد على العلائـــق المصـــنعه والتي يكون البلانكتون ناميا فيها بدرجة كبيرة عن الأحواض التي لا يوضع فيها أغذية اضافيه والتي تحتوى على كمية أقل من البلانكتون وهو ما يتضح من شكل (٥٥).



شكل (٥٥): إنخفاض الأكسجين الذائب فى الأحواض المعاملة ب ١٥ مجم/لتر فورمالين **(Allison, 1962).**

ج- أخضر الملاكيت **Malachite Green**

والتركيب الكيميائى لهذا المركب هو 4-(P-(dimethylamino) - α-phenylbenzylidene)-2,5- cyclohexadien-1-ylidene dimethylammonium chloride ويســـتخدم في معاملة الطحالب الموجودة علي البيض والأســـماك وكذلـــك البكتريا والطفيليات الخارجية وعاده ما توضع للأسماك في تنكات .كما تستخدم كذلك في الأحواض التي تربى فيها الأسماك وهذه المادة تعتبر تقريبا سامة للأسماك ومعاملة الأسماك

بهـذه المادة بتركيز يقل عن ٠,١مجم/لتر يؤدى إلى قتل الأسماك. وهذه المادة الكيميائية من الواضح أنهـا ليسـت ضـاره للبلانكـتون والنباتات المائية الراقية عند استخدامها بالتركيزات المستخدمة في الحوض.

ارتفاع درجة الحموضة:

ان مشـاكل انخفـاض رقم الحوضة pH فى مياه الأحواض العكره كما أن بعض الأحواض الـتى تعانى من ارتفاع كبير فى رقم الحوضةpH ويزيد من ذلك عندما تقوم النباتات بازالة واستخدام ثـانى اكسـيد الكـربون لأسـتخدامه فـى عمليات البناء الضوئى وهذا التأثير ينتج من زيادة تركيز الكربونات الموجوده فى صورة ثانى اكسيد الكربون والتى يحدث لها ازالة. وفى معظم الأحواض فان الأنـيونات تكـون مرتبطة بالكالسيوم والماغنسيوم ولذلك فان الزيادة فى تركيز الكربونات تنتج من ازالـة ثـانى اكسيد الكربون بواسطة النباتات مؤديا فى النهايه الى زيادة ذوبان كربونات الكالسيوم. وترسيب كربونات الكالسيوم تقل مع زيادة رقم ال pH وذلك لأن التحلل المائى للكربونات هو مصدر الهيدروكسـيد والذى يؤدى الى رفع رقم الحوضة pH .وبمعنى آخر فان درجة الحموضه pH تتأثر مباشـرة بتركـيزات الكـربونات. وفى معظم الأحواض فان درجة ال pH لاتزيد عن ٩,٥-١٠ فى المسـاء وذلك لحدوث ترسيب للكربونات وذلك من خلال ارتباطه مع ايونات الكالسيوم. وبالرغم من أنه فى بعض الأحواض نجد أن عسرالكالسيوم calcium hardness أقل كثيراً عن القلوية الكلية لان ايونـات القلويـة ترتبط مع الماغنسيوم والصوديوم والبوتاسيوم بدرجة اكبر من ارتباطها بالكالسيوم. وكـربونات الصـوديوم والبوتاسـيوم لهـا قدره كبيرة على الذوبان كما أن درجة ذوبان كربونات الماغنسـيوم أكبر من درجة ذوبان كربونات الكالسيوم ولان التركيزات العالية من الكربونات تتراكم فـى المـياه التى ترتفع فيها القلوية وينخفض فيها تركيز الكالسيوم لذلك فان درجة ال pH ترتفع الى مستويات مرتفعة مقارنة بتلك الزيادة التى تحدث فى المياة التى لها نفس الدرجة من القلوية. ولكن مع زيـادة تركيز الكالسيوم عاده ما نجد أن درجة ال pH فى المياه التى تحتوى على تركيزات عالية من كـربونات الصـوديوم أو البوتاسـيوم ترتفع لتصل الى ١٠ وذلك فى اثناء الفترات التى يحدث فيها عملـيات التمثـيل الضوئى بدرجة كبيرة. والمثال الجيد لهذه المياه هى تلك الموجودة فى الأحواض القريـبة من الشاطئ الجنوبى لكارولينا Carolina والتى يتم تغذية الأسماك الموجودة بهذة الأحواض ففـى هـذه الحالـة وجـد ان درجة القلوية الكلية قد وصلت الى ٢٠٠-٥٠٠ مجم/لتر ولكن مستوى الكالسـيوم كـان أقل من ٢٠مجم/لتر. وعند تخفيف المياه الموجودة في الأحواض فان القلوية الكلية كانـت ٥٠-٦٠مجم/لتر وقيم الكالسيوم تتراوح ما بين ١٥-٢٠ مجم/لتر. والنمو الجيد للفيتوبلانكتون

فــي هذه الأحواض يكون ملحوظاً ولكن تزداد درجة الـpH في هذه المياه لتصل إلى المستوى السام للأسماك .

ولقــد أوصـــى بعض الباحثين باستخدام أسمدة الأمونيوم وذلك لخفض رقم ال pH في المياه ذات التركـــيزات العالية من البيكربونات ولكن فعالية هذه المعاملة تثير التساؤلات. حيث أن المعاملة بأســـمدة الأمونـــيا وبكمـــيات كبيرة تؤدى إلى تسمم الأسماك في المياه ذات درجة ال pH المرتفعة والألمونـــيوم في هذه الحالة يجب إضافته إلى مياه هذه الأحواض وذلك لخفض رقم ال pH واستخدام الأمونيوم يعتمد على الخبرة العملية كما أنه ليس من الممكن إعطاء أمثلة لفاعلية هذه الطريقة. وهناك طـــريقة جيدة يمكن عن طريقها حساب كمية ال Filter Alum والتي تحتاجها لإزالة الكربونات من المياه وتعمل على خفض رقم ال pH إلى ٨٫٣٤.

ونظـــرا لان إضافة جزئ من فلتر الألمونيوم تؤدى إلى إنتاج ٦ أيونات إيدروجين ولذلك فان إضافة جزيء من فلتر الألمونيوم سوف يعمل على تحويل ٦جزئيات أو٦ أيونات من الكربونات إلى ٦ أيونـــات بيكربونات أو تحول ٦ايونات هيدروكسيد في الماء. إذا عرفنا أن القلويه المقدرة بواسطة دلـــيل الفيـــنول فيثاليـــن Phenolphthalein Alkalinity فـــي الماء في صورة حجم/لتر من الكر برنات ويمكن نظريا أن نحسب كمية الألومنيوم التي تحتاجها وذلك لخفض رقم الـpH في المياه حتى تصل درجة الحموضة pH هذه إلى ٨٫٣٤ درجة وذلك باستخدام الطريقة التالية :-

594.14 mg　　　　　600.48 mg

$AL_2(SO_4)_3.14H_2O$

X (1mg/liter)

X= 0.99 mg/ liter.

ولذلـــك فإنـــنا نحـــتاج إلى ١مجم/لتر من الألومنيوم تقريبا وذلك لإزالة ١مجم/لتر من دليل الفيـــنول فيثاليـــن phenolphthalein alkalinity والمعاملـــة بالألومنيوم سوف تؤدى إلى انخفاض مؤقـــت في درجة ال pH وبالتالي فهو يستخدم في منع موت الأسماك والذي يحدث نتيجة ارتفاع رقم ال pH. والمعاملـــة بالالوميـــنوم لا تؤدى إلى تغير الظروف المسئولة عن رفع درجة ال pH ولذلك فإذا استمر نمو الفيتوبلانكتون بمستوى عالي بعد المعاملة بالألومنيوم فان درجة ال pH سوف ترتفع مره أخرى إلى المستويات الخطيرة والضاره بالأسماك.

ويعتـــبر الجـــبس مصدراً جيداً لأيونات الكالسيوم ولذلك فان إضافة الجبس سوف تؤدى إلى زيـــادة تركيز الكالسيوم في مياه الحوض. وهذه المعاملة تعمل على تقليل خطورة ارتفاع رقم الـpH

أثـــناء الفترات التي يحدث فيها التمثيل الضوئي السريع وذلك لأن زيادة أيونات الكالسيوم سوف تؤدى إلى ترسيب كربونات الكالسيوم. ولقد أوضحت التجارب أن المعاملة بالجبس تؤدى إلى الحصول على درجةpH معتدلة.

إزالة ثاني أكسيد الكربون

عند انخفاض مستوى الأكسجين الذائب في مياه الأحواض يؤدى ذلك إلى موت الفيتوبلانكتون وتحلله ويؤدى ذلك إلى ارتفاع مستوى ثاني أكسيد الكربون في هذه المياه ولأن التركيزات العالية من ثانـــي أكســـيد الكـــربون تؤدى إلى منع امتصاص الأكسجين الذائب بواسطة الأسماك لذلك فانه من المفضـــل إزالـــة غـــاز ثاني أكسيد الكربون إذا ما ارتفعت نسبته في المياه عن ١٠أو ١٥ مجم/لتر. ويمكن إزالة ثاني أكسيد الكربون وذلك بواسطة المعاملة بايدروكسيد الكالسيوم طبقا للمعاملة التالية:-

$$CO_2 + Ca(OH)_2 \rightarrow CaCO_3 + H_2O \quad (10.7)$$

$$CaCO_3 + CO_2 + H_2O \rightarrow Ca(HCO_3)_2 \quad (10.8)$$

ويمكن دمج هاتين المعادلتين معا فى معادلة واحدة كما يلى.

$$2CO_2 + Ca(OH)_2 \rightarrow Ca(HCO_3)_2 \quad (10.9)$$

كمـــا يمكـــن حســـاب عدد ملليجرامات ايدروكسيد الكالسيوم/لتر النظريه والتى نحتاج اليها لازالة ١ مجم/لتر من ثانى أكسيد الكربون وذلك باستخدام المعادلة التاليه كما يلى:

74.08 mg   88 mg

$Ca(OH)_2 = 2CO_2$

X   1mg

$X = 0.84$ mg /liter of $Ca(OH)_2$

وعـــند تحديـــد الكمـــية من أيدروكسيد الكالسيوم الواجب أضافتها إلى المياه يجب أولاً قياس تركـــيز ثانـــي أكسيد الكربون في هذه المياه فعلى سبيل المثال إذا كان تركيز ثاني أكسيد الكربون في المـــياه مقـــداره ٢٥ مجم/لتر فان كمية أيدروكسيد الكالسيوم الواجب إضافتها هي ٢١ مجم/ لتر (٢٥ مجم x لتر من ثاني أكسيد الكربون x ٠,٨٤مجم/لتر أيدروكسيد الكالسيوم لكل ١ مجم/لتر ثاني أكسيد الكـــربون) ويجـــب عدم إضافة كميات أخرى من أيدر وكسيد الكالسيوم إلى مياه الحوض وذلك لأنها ســـوف ترفع رقم ال pH إلى المستوى السام فالأسماك فضلا عن ذلك نجد أن الأمونيا الكلية سوف تكـــون مرتفعة عن الحد الطبيعى عندما ينخفض تركيز الأكسجين الذائب كما أن ارتفاع رقم ال pH

عـــادة مـــا ينشـــأ مـــن إضافة هيدروكسيد الكالسيوم. الأمونيا الزائدة هذه هي الجزء الغير متأين من الأمونيا.

كمـــا يمكـــن اســـتخدام كربونات الصوديوم وذلك في إزالة ثاني أكسيد الكربون كما هو موضح في المعادلة التالية.

$$Na_2CO_3 + CO_2 + H_2O \rightarrow 2NaHCO_3 \quad (10\text{-}10)$$

فـــان عدد ملليجرامات كربونات الصوديوم/لتر والتي نحتاجها وذلك لإزالة ١ مجم/لتر من غاز ثاني أكسيد الكربون يمكن حسابها نظرياً كما يلى:-

105.98 mg 44 mg

$Na_2CO_3 = CO_2$

X 1mg/liter

X = 2.41 mg/ liter of Na_2CO_3

وكربونات الصوديوم أكثر أماناً عند إستخدامها في خفض تركيز ثاني أكسيد الكربون في مياه الحوض وذلك لأنها لا تؤدى إلى رفع رقم الحموضه pH كثيراً. بالرغم من أن هيدروكسيد الكالسيوم أرخص ومتوفر بدرجه أكبر من كربونات الصوديوم ولذلك فعاده ما يستخدم هيدروكسيد الكالسيوم في إزالة غاز ثاني أكسيد الكربون.

ارتفاع درجة الملوحة :

فـــي بعـــض الأحيان وفى بعض محطات الأبحاث يرغب الباحثون في زراعة نوع معين من الأســـماك والـــذي يحتاج إلى ملوحة عالية في الحوض والتي في الطبيعة تحتاج إلى مياه ذات درجة ملوحـــة منخفضة وذلك لدراسة تأثير درجات الملوحة العالية على هذه الأسماك التي تعيش أساسا في مـــياه ذات درجة ملوحة منخفضة والملوحة يمكن زيادتها في مياه الأحواض وذلك عن طريق إضافة الجـــبس gypsum أو إضـــافة كلوريـــد الصوديوم. والجبس يمكن أن يذوب في الماء حتى مستوى ٢٠٠٠ مجم/ لتر ولكن الملوحة العالية يمكن الحصول عليها باستخدام كلوريد الصوديوم ومن الواضح أن أي مـــن التفاعليـــن مـــع الطيـــن الموجود في القاع أو مع المكونات الأخرى في الماء ومعدلات الإضافية يمكن حسابها بدقه وبقيم حقيقية إذا أمكن معرفة حجم الحوض .

إزالة الكلورين Removal of chlorine

عـــادة مايـــزال الكلوريـــن مـــن المياه التي تستخدم في تربية الأسماك وأفضل طريقه لإزالة الكلورين هي معاملة هذه المياه المحتوية على الكلورين بواسطة الصوديوم ثيوسلفات والتي تتفاعل مع الكلورين الزائد كما هو موضح في لمعادلة التالية:-

$$Cl_2 + NaS_2O_3.5H_2O \rightarrow NaS_4O_6 + 2\,NaCl + 10H_2O \qquad (10\text{-}11)$$

وكمية الثيوسلفات (مجم/لتر) التى نحتاجها لازالة ١مجم/ لتر من الكلورين يمكن حسابها كالاتى

492.2mg 70.9 mg

$2\,NaS_2O_3.5H_2O = Cl_2$

x (mg/Liter)

x = 6.99 mg/ liter

ولقد وجد أن ثيوسلفات الصوديوم غير سامة للأسماك وذلك عندما تكون بتركيز ١٨٠مجم/لتر على درجـــة حـــرارة مقدارهـــا ٢٢ والكلوريـــن الزائد في الماء العادى عاده مايتراوح مابين ٠,٥-٢ مجم/لتر.

مبيدات الحشائش Herbicides

تســـتخدم مبـــيدات الحشـــائش أيضـــاً فـــى التحكم فى نمو النباتات المائية Macrophytes وتعتبركبريـــتات النحاس هى أكثر هذه المبيدات استخداما فى هذا الغرض كما تستخدم كذلك مخلبيات الـــنحاس Copper chelates وكذلـــك ال dichlobenil ومركـــب DMA-2,4 D وهو عباره عن acetic acid dimethylamine salt of 2,4.dichlorophenoxy وكذلـــك يســـتخدم diquat dibromide ومركـــب ال diuron ومركب ال endothall ومركب ال Hydoutوكذلك مركب ال Q-dril كمـــا يستخدم كذلك مركب ال simazine وعاده ما يشير منتجى هذه المركبات الكيميائية الى فعالية كل مادة منها وكذلك الجرعات التى تحتاج اليها لقتل كل نوع من أنواع هذه النباتات المائية aquatic macrophytes وعـــاده ماتستخدم مبيدات الحشائش فى احواض تربية الأسماك فقط وذلك لمـــنع نمـــو النباتات المائية وذلك بهدف زيادة نمو البلانكتون. فعندما تحتوى أحواض تربية الأسماك على نباتات مائية مغمورة تحت الماء underwater macrophytes والتي تتنافس مع الفيتوبلانكتون علـــى العناصـــر الغذائـــية وتمـــنع نمو البلانكتون وبعد ذلك تتم عمليات التسميد. والمعاملة بمبيدات الحشـــائش سوف تؤدى إلى قتل الحشائش الموجودة في الأحواض underwater weeds كما أن الإســـتخدام الدورى لمبيدات الحشائش عادة ما تؤدى إلى أزهار البلانكتون ولمنع نمو النباتات المائية مـــرة أخـــرى. وبالـــرغم مـــن أنـــه إذا لم يحدث تشجيع لنمو البلانكتون فان النباتات المائية الكبيرة Macrophytes ســـوف تســـتعيد نموهـــا مره أخرى بدرجة بسيطة نظراً لانخفاض تركيز مبيدات الحشـــائش إلى المستويات الغير سامه. وبمعنى آخر فان البيئة المناسبة لنمو أنواع معينه من النباتات المائية مع عدم حدوث أي تغيرات في هذه البيئة سوف تغير الأنواع السائدة من النباتات. وفى الحقيقة فان مبيدات الحشائش يمكن أن تستخدم لجعل الأحواض رائقة وخالية من أى نباتات ولكن المعاملات

المستكررة تعتبر ضرورية. ولكن هذه الطريقة مكلفة والإنتاجية الأولية في الأحواض تكون منخفضة لدرجة أنها لاتكون كافية للحصول على محصول كافي من الأسماك المرباة في هذه الأحواض وعند استخدام مبيدات الحشائش بالمعدلات التى يوصى بها منتجى هذه الكيماويات فنادراً مايكون لها تأثير سام ومباشر للأسماك. ولكن تحلل النباتات التي ماتت بتأثير مبيدات الحشائش تؤدى إلى انخفاض مستوى الأكسجين الذائب في مياه الحوض .وإذا أحتوى الحوض على مساحات كثيفة من النباتات الكبيرة Macrophytes فان الحوض يجب أن يقسم إلى قطعتين أو أكثر والنباتات الموجودة في القطع المختلفة يجب أن تقتل في أوقات مختلفة. وبهذه الطريقة لايكون هناك كميات كبيره من النباتات الميتة التي يؤدى تحللها إلى حدوث انخفاض في مستوى الأكسجين الذائب في مياه الحوض. ولقد أستخدم Kirby and shell (1975) مبيدات الحشائش مع التهوية بكفاءة وذلك لمنع نمو النباتات المائية الموجودة تحت الماء وذلك في الأحواض التجريبية الصغيرة وبالرغم من أن هذه الطريقة مكلفة فنادراً ماتستخدم في أحواض تربية الأسماك على النطاق التجاري ومن الواضح أن مخاطر استخدام مبيدات الحشائش تزداد أثناء الجو الحار عندما تكون معدلات التحلل عالية وعندما يكون ذوبان الأكسجين في الماء قليلاً.

وهناك طريقه أخرى تستخدم في منع النباتات المائية التي تنمو تحت الماء underwater macrophytes وهى استخدام الصبغات وذلك لأنتاج عكارة لمنع نمو هذه الحشائش. ويستخدم خليط الصبغات الذي له الاسم التجاري aquashade عاده ما تستخدم في منع نمو الحشائش في حمامات السباحة والأحواض الصناعية وأبراج التبريد وهذه الصبغات تستخدم على نطاق واسع في منع نمو الحشائش ولكن إمكانية استخدامها في المجالات الأخرى يجب دراستها .

إضافة المواد الكيماوية إلى الأحواض Application of chemicals to ponds

ان الطرق التى تستخدم فى اضافة الأسمدة والجير الى الأحواض قد تمت مناقشتها بالتفصيل وهنا سوف نركز على استخدام المواد الكيميائية وذلك لتأثيرها السام وكذلك لأسعارها وسوف نناقش الأساسيات العامه الواجب مراعاتها عند استخدام هذة المركبات.

حجم الحوض pond volume

عادة ما تستخدم الأسمده والمواد الجيرية بمعدلات تتوقف على المساحة فمثلا يستخدم الجبس الزراعى agricultural limestone بمعدل ٢٠٠٠ كجم/هكتارومعظم المواد الكيمياوية الأخرى تستخدم على أساس وزن/حجم ومثال ذلك استخدام برمنجنات البوتاسيوم بمعدل ٤ مجم/لتر ولذلك

يجــب معــرفة حجم الحوض بدقه مناسبة وذلك عند اضافة هذه الأسمدة. ودرجة الدقة ±١٠% عاده ماتكون مناسبه ولكن عندما تزداد هذه الكمية عن ١٠% فهذا يوضح أن كميات كبيره تفقد عند معاملة كمــيات كبيره من المياه عند المعامله. ومساحة سطح الحوض عاده مايتم قياسها اثناء انشاء الحوض كما يجب قياس عمق هذا الحوض.

واذا ماعرفنا مساحة سطح الحوض فان هناك طريقة بسيطة يمكن استخدامها فى حساب حجم او مســاحة الحــوض وذلك بتقسيم الحوض الى عدة مناطق وذلك باستخدام قارب ثم اجراء عمليات القــياس على مسافات متساويه ومنها يمكن حساب متوسط عمق الحوض وبعد حساب متوسط عمق الحــوض يــتم ضــرب عمق الحوض فى مساحة السطح فنحصل على حجم هذا الحوض كما يمكن استخدام المعادله التاليه فى حساب حجم الحوض بالرغم من ان هذه الطريقه أقل دقة فى الحساب .

$$V = S \times 0.4 D \qquad (12\text{-}10)$$

حيث أن V هو حجم الحوض بالايكر أو القدم أو الهكتار/متر.

S هو مساحة سطح الحوض بالايكر أو الهكتار.

D هو أكبر عمق للحوض بالقدم أو الأمتار.

وهــناك طــريقة بســيطة تستخدم لتحديد حجم الحوض بدون معرفة أى بيانات عن مساحة السطح Surface area وهذه الطريقه والتى تسمى بطريقة الملح Salt method تجرى كالآتى :-
يــتم قــياس تركيز الكلوريد فى مياه الحوض أولاً وبعد ذلك نرش ملح كلوريد الصوديوم فوق سطح المــاء وذلك بمعدل حوالى ٦٧ كجم/ هكتار[٣] ثم تعطى الفرصه لهذا الملح للذوبان فى الماء وبعد ذلك نقــوم بقــياس مقــدار الزياده فى تركيز الكلوريد فى الماء ثم تستخدم المعادله التاليه فى حساب حجم الحوض.

$$V = W/C \times 2.71 \qquad (10.13)$$

حيث أن:

V هوحجم الحوض بالايكر/قدم .

W هو وزن الكلوريد المضاف الى مياه الحوض بالرطل .

C هو مقدار التغير فى تركيز الكلوريد (اجزاء فى المليون)

كما تستخدم المعادلة التالية :-

$$V = W / (C \times I) \qquad (10.14)$$

V هو حجم الحوض مقدراً فى صورة امتار مكعبة .

W هو وزن الكلوريد المضاف الى الحوض بالجرمات .

C هى التغيرات فى تركيز الكلوريد مقداراً فى صورة مجم/لتر.

I هى جرام/مجم/لتر لكل متر مكعب .

كذلك يمكن استخدام المعادله التاليه:-

$$V = W / (C \times 10) \quad (10.15)$$

V هوحجم الحوض بالهكتار-متر.

Wهو وزن الكلوريد المضاف للحوض بالكيلوجرام .

C هو مقدار التغير فيتركيز الكلوريد فى مياه الحوض بالملليجرام/لتر.

والوقت اللازم لاختفاء كلوريد الصوديوم وذوبانه فى الماء بصوره متجانسه فى جميع أجزاء الحوض سوف يختلف طبقاً لدورة المياه فى الحوض. ولقد وجد أن يوم واحد يعتبر كافيا للحوض وذلك لاتمام ذوبان كلوريد الصوديوم فى مياه الحوض. وبالرغم من ذلك فانه يجب أخذ عينات من الماء من اماكن مختلفه وعلى أعماق مختلفه وتحليلها وذلك للتأكد من تجانس الذوبان فى جميع اجزاء الحوض. وهذه الطريقه لايمكن استخدامها فى الأحواض التى تتميز بإختلاف درجة الحراره مياهها فى طبقات المياه الموجوده فى الحوض حيث تؤثر درجة الحراره على ذوبان الملح.

السميه: Toxicity

بعض المواد الكيماوية والتي تستخدم في أحواض تربية الأسماك تعتبر سامه للأسماك عند أضافتها بمعدلات منخفضة. وهناك بعض المواد الكيماوية التي تحتاج إلى تركيزات مرتفعه منها وذلك للحصول على التأثير المرغوب لها والتأثيرات السامة لمعظم المواد الكيماوية التي تستخدم في أحواض تربية الأسماك يتم تقديرها بواسطة اختبارات سمية قياسية وذلك تحت ظروف بيئية خاصة. ولقد أشارت التجارب المستخدمة في هذا المجال أن التأثير السام للمواد الكيميائية يختلف على حسب درجة حرارة الماء ونوعية هذا الماء ووقت التعرض لهذا التركيز السام والحاله الفسيولوجيه للكائنات الحية التي تجرى عليها الاختبارات. وبالرغم من أن مستويات الأمان لمعظم المواد المستخدمة في الأحواض تم معرفتها عن طريق التجارب العديدة في هذا المجال الا أنه يجب أن يؤخذ في الاعتبار كفاءة هذه المواد عند هذه المستويات والتي تسمى بمستويات الأمان. وقد أقترح Buress سنة ١٩٧٥ طريقة يمكن عن طريقها معرفة التركيز السام لأى مادة كيمائيه على الأسماك .فقد قام هذا الباحث باستخدام أكياس كبيرة من البولي أثيلين (٢٨٤ لتر لكل كيس) وقام بوضع مياه الحوض في هذه

الأكــياس ثــم ثبتها في الحوض ثم قام بتجميع الأسماك من الحوض ووضعها في داخل الأكياس وفى هذه التجربة كانت الأسماك الموضوعة في الأكياس مختلفة العدد والحجم ولكن وزن الأسماك في كل كيس لم يزيد عن ١ جرام لكل لتر ماء. وفى هذه الحالة يجب ملاحظة الأسماك قبل وضع المعاملات المخــتلفة للــتأكد من عدم حدوث نفوق للأسماك أثناء التداول. هذا وقد أضيفت التركيزات المرغوب اختــبارها مــن المــواد الســامة إلــى الأكياس وبعد ذلك تم قياس درجة السمية لكل تركيز من هذه التركــيزات وذلــك بقــياس ومقارنة عدد الأسماك التي تموت في كل معاملة بالأكياس التي لم تعامل بالمــادة الكيميائــية المختــبرة. وفى هذه التجارب يجب تعريض الأسماك لهذه المستويات من المواد الســامة لمــده تصــل إلى ٩٦ ساعة على الأقل فمن المعروف أنه يحدث تقليل أو إزالة أثر السمية بواســطة العديــد مــن العمليات الطبيعية في وقت قصير في الأحواض . وبهذه الطريقة يمكن تحديد الوقت الذي تضع الأسماك في الأحواض التي سبق معاملتها بمادة كيميائية وفى هذه الحالة يتم وضع الأسماك داخل الأكياس المحتوية على مياه الأحواض المعاملة بتركيزات مختلفة من المادة السامة ويتم ملاحظــة هــذه الأسماك لعدة أيام ونستخدم التركيزات التي لاتزيد نسبة النفوق عن نسبة النفوق التي تظهر في أحواض المقارنه (الكنترول).

معدلات الإضافة Application Rates

هــناك مجموعــة من الأسس التي تستخدم في تحديد كمية المادة الكيميائية التي تضاف إلى الأحواض والتي تعطى التركيز المرغوب من هذه المادة والتى يمكن توضيحها باستخدام الأمثلة التي سوف نوضحها فيما بعد . وأخيراً فقد وضعنا معادلات عامة في هذا المجال.

مــثال (١) : إذا كانــت مســاحة الحــوض ١٫٨ أيكر ومتوسط عمق الحوض ٣,٥ قدم احسب كمية الألمونيوم الواجب إضافتها إلى الحوض حتى يصبح تركيز هذه المادة ١٠ جزء في المليون .

الحل

١٫٨ أيكر x ٣٫٥ قدم = ٦٫٣ أيكر-قدم

ولأن كــل أيكر-قدم يزن ٢٧١٠٠٠ رطل ، وبالتالى نحتاج إلى ٢٫٧١ رطل من alum لكل جزء فى المليون أيكر-قدم لذلك فإن ٦٫٣ ايكر x ١٠ جزء فى المليون x ٢٫٧١ = ١٧٠٫٧١٦

مــثال (٢) :-إذا كــان هــناك تانك طوله ١٠ قدم وعرضه ٤ قدم وعمقه ٢ قدم ويريد أن يضيف برمنجنات البوتاسيوم إلى هذا التانك بحيث يصبح تركيزها في الماء ٥ جزء في المليون .احسب كمية البرمنجنات الواجب إضافتها .

الحل

عندما نتعامل مع أحجام الأحواض الصغيرة فانه من السهولة أن نحول الحجم إلى حجم باللتر ونحسب الكميات الواجب مراعاتها بالجرام . ولذلك فان ال ppm تصبح ملليجرام/ لتر .

حجم التانك = ١٠x ٤ قدم x ٢ قدم = ٨٠ قدم٢

٨٠ قدم٣ x ٢٨٫٣١٧ لتر/قدم٣ = ٢٢٦٥٫٣٦ لتر

إذا كمية البرمنجنات التي نحتاج إليها =

٢٢٦٥٫٣٦ لترx ٥ مجم/لتر = ١١٣٢٦٫٨ مجم = ١١٫٣٣ جرام

مثال (٣) : احسب كمية هيدروكسيد الكالسيوم $Ca(OH)_2$ الواجب إضافتها إلى حوض مساحته ٠٫٥ هكـــتار ومتوسط العمق ٠٫٧٥ متر إذا أردنا أن تكون تركيز أيدروكسيد الكالسيوم بمياه هذا الحوض ٢٠ مجم/لتر .

الحل

حجم الحوض = ٠٫٥ هكتار x ٠٫٧٥ متر = ٠٫٣٧٥ هكتار-متر = ٣٧٥٠ م٣ .

كل مجم/لتر يحتاج إلى ١جرام لكل متر أو ١٠ كجم لكل هكتار- متر .

إذا كمية أيدر وكسيد الكالسيوم = ٠٫٣٧٥ هكتار-متر مجم/لتر = ٧٥ كجم.

ملحوظة: في بعض الأحيان نجد أن المواد الكيماوية تستخدم في الأحواض في صوره سائله وفى هذه الحالة فان كمية السائل التي يجب إضافتها تحسب باستخدام تركيزالماده الكيميائية في السائل .

مثال (٤) إذا كانت نسبة النحاس في مركب ال Commercial chelalted copper herbicide هي ١١% فمـــا هـــي كمـــية مبيد الحشائش الواجب إضافتها إلى حوض مساحته ٠٫٢٥ هكتار ومتوسط العمق فيه ٠٫٨٥ م إذا كان المطلوب هو جعل تركيز النحاس في هذه المياه ٠٫١ مجم/لتر.

الحل

حجم الحوض = ٠,٢٥ هكتار x ٠٫٨٥ متر = ٠٫٢١٢ هكتار – متر .

بعد ذلك نحسب معدل إضافة السماد كما يلى:

٠٫٢١٢ هكتار- متر x ٠٫١ مجم/لتر x ١٠ كجم لكل مجم/لتر/هكتار-متر=٠٫٢١٢ كجم

ونظـــراً لان نسبة النحاس في ال Copper herbicide هي ١١% لذلك فان الكمية من هذا المركب والواجب إضافتها هي ١,٩٣ كجم.

٠٫٢١٢ كجم ÷ ٠٫١١ نحاس/كجم من هذا المبيد = ١٫٩٣ كجم.

وإذا كانـــت نسبة الوزن لكل حجم (الكثافة) لهذه السوائل معروفة فانه يمكن حساب معدلات الإضافة على أساس الحجم وهذا يفضل استخدامه عن الوزن.

مثال (٥): ماهي كمية الفورمالين التي يجب إضافتها إلى حوض مساحته ١ هكتار وعمقه ١ متر لكي يصـــبح تركـــيز الفورماليـــن في مياه هذا الحوض ١٥ مجم/لتر إذا كانت كثافة الفورمالين ١,١٠٢ جرام/مل.

الحل

حجم الحوض = ١هكتار- متر .

وزن الفورماليـــن المطلوب = ١ هكتار- متر x ١٥مجم/لتر x ١٠ كجم لكل مجم/لتر لكل هكتار - متر= ١٥٠ كجم .

ونظـــراً لأن كـــل لـــتر من الفورمالين يزن١,١٠٢كجم ولذلك فان كمية الفورمالين الواجب إضافتها (بالجم) هي

١٥٠ كجم ÷ ١,١٠٢ كجم / لتر = ١٣٦ر١٢ لتر .

معادلات عامه

مـــن الأمـــثلة التي ذكرناها في الصفحات السابقة فانه من الواضح الآن أنه يمكن عمل معادلات عامه واســـتخدام هـــذه المعادلات في حساب الكميات التي يمكن إضافتها في صورة مواد صلبه مع معرفة نسبة المادة الفعالة فىالماده الكيميائية المستخدمة في صورة مركبات تجارية. وهذه المعادلات هي:

$$R = (V)(C)(2.71)/(A) \quad (10\text{-}16)$$

وذلك حيث أن :

R = كمية المادة المضافة إلى الحوض .

V = حجم الحوض (أيكر- قدم)

C = تركيز المادة النشطة المطلوب (مقدر بالجزء في المليون ppm)

٢,٧١ = مقدار ثابت.

A= هي نسبة المادة النشطة في المادة الصلبة معبراً عنها في صوره عشرية.

$$R = (V)(C)(1)/(A) \quad (10\text{-}17)$$

R = هو كمية المادة المضافة إلى مياه الحوض بالجرام.

V = هو حجم الحوض بالمتر المكعب.

C = هــو التركيز المطلوب من المادة النشطة في المادة الكيميائية المستخدمة في صورة مجم/لتر.

١= جرام/متر^{3} لكل مجم/لتر.

A= هــو نســبة المادة النشطة في المادة الكيميائية المستخدمة في صورة صلبة معبراً عنها في صورة كسر عشري.

ويمكن حساب حجم المادة المضافة إلى مياه الحوض إذا كانت هذه المادة في صورة سائلة إذا كــان معلوماً لدينا نسبة المادة الفعالة (نسبة النقاوه) في المادة الكيميائية وكذلك معرفة كثافة هذه المادة وذلك بتطبيق المعادلة التالية :-

$$R = (V)\ (C)\ (2.71) / (A)(D) \qquad (10\text{-}18)$$

حيث أن :-

R = هى حجم الماده المضافه بالجالون .

V = هى حجم الحوض بالايكر – قدم

C = هو التركيز المرغوب فيه من الماده الفعالة معبراً عنها فى صورة جزء من المليون .

٢,٧١= مقدار ثابت .

A= هى نسبة المادة الفعالة فى المادة السائلة معبراً. عنها فى صورة كسر عشرى

D= كثافة السائل المضاف فى صورة رطل / (جالون)^{4} .

$$R = (V)\ (C)\ (1) / (A)(D) \qquad (10\text{-}19)$$

حيث أن :-

R= هي حجم السائل المضاف بالمليمتر.

V= هو حجم الحوض بالمتر المكعب .

C= هو تركيز المادة المرغوبة فى صورة مجم/ لتر.

A= نسبة المادة الفعالة فى المادة السائلة المستخدمة فى صورة كسرعشرى.

D= هى كثافة السائل فى صورة جرام/مل .

١= جرام لكل/لتر متر مكعب .

$$R = (V) (C) (10) / (A)(D) \qquad (10\text{-}20)$$

حيث أن :-

R = حجم السائل المضاف باللتر.

V = حجم الحوض بالهكتار -متر.

C = هو التركيزالمرغوب من المادة الفعالة معبراً عنها فى صورة مجم/لتر.

١٠ = كجم لكل مجم/لتر لكل هكتار - متر.

A = نسبة المادة الفعالة فىالمادة الكيميائية السائلة المستخدمة فى صورة كسر عشرى.

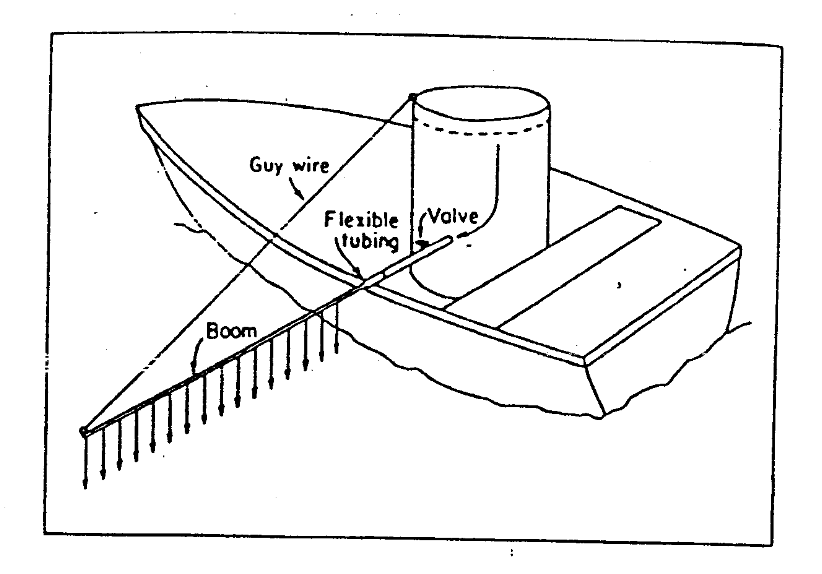
D = هي كثافة السائل الكيميائي المستخدم في صورة كجم/لتر.

طرق المعاملة Methods of application

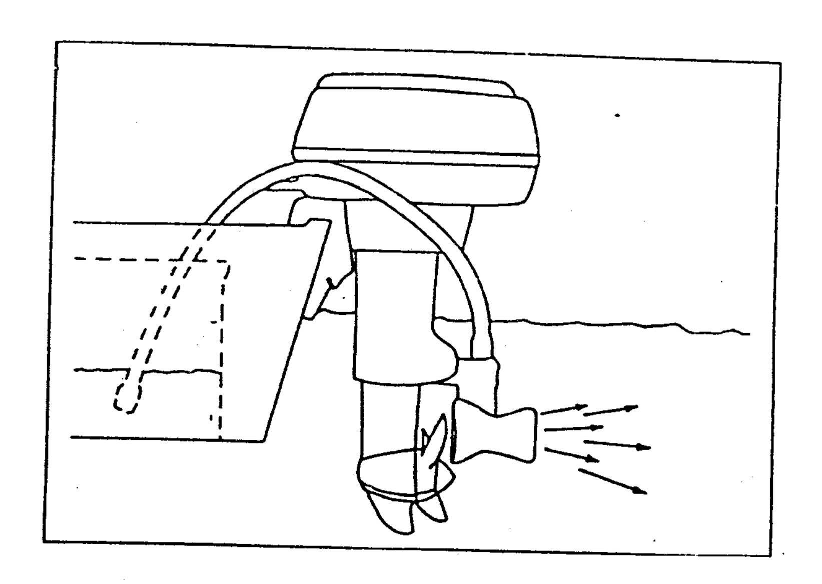
المـــواد الكيميائـــيه التى تستخدم فى احواض تربية الاسماك تختلف فى الصورة التى تتواجد علـــيها فقـــد تكون موجوده فى صورة بللورات أو محاليل أو فى صورة مسحوق أو صورة كريات. وفـــى مـــزارع الأسماك هناك العديد من الأجهزه أو الأدوات التى تستخدم فى معاملة الأحواض بهذه الكـــيماويات . فعلى سبيل المثال فان المواد الكيميائية يجب اذابتها فى تانك يحتوى على الماء أو أى مذيب آخر ويرش بانتظام على سطح الحوض وذلك عن طريق رشاشات خاصة (شكل ٥٦).

والمـــواد السائلة يجب أن نرش بانتظام في جميع أجزاء الحوض وذلك يوضع هذا السائل في تانك ثم يرش من هذا التانك عن طريق فتحات صغيره بعد وضع هذا التانك على قارب (شكل ٥٧).

وقد تستخدم نفس الطريقة المستخدمة في نثر الأسمدة في مياه الحوض في توزيع هذه المواد الكيميائية في مياه الحوض بانتظام ولكن إذا كنا نريد أن نعامل حوض واحد بهذه المادة الكيميائية ففي هـــذه الحالـــه نقـــوم بإذابة المادة الكيميائية في تانك ثم يرش هذا السائل على سطح الحوض بانتظام باستخدام رشاشات خاصة .



شكل (٥٦): طريقة رش المحاليل الكيميائية على سطح ماء الحوض.



شكل (٥٧): جهاز خلط المحاليل الكيميائية مع ماء الحوض.

الباب الحادي عشر

عينات المياه وتحضيرها

Sampling water

يمكن قياس تركيز معظم المواد الموجودة في الماء مع درجة دقة لابأس بها. وبصفه عامه يمكن القـــول بـــأن تركيـــب المـــياه المأخوذة من أحواض مختلفة عاده لاتكون متطابقة كما أن عينات المياه المأخوذة من حوض واحد عادة ماتكون مختلفة من عينة لأخرى .

اختلافات نوعية المياه في الحوض الواحد Variation in water quality within a single pond

وهناك العديد من العوامل التى تؤدى إلى وجود اختلافات فى نوعية المياه في الحوض الواحد منها:

١- **العمق** Depth

يخـــتلف تركيـــب المـــياه اختلافا كبيراً من طبقه لأخرى من طبقات المياه. وعاده مانجد أن هذه الاخـــتلافات تكـــون واضحة في الأحواض الضحلة فعلى سبيل المثال فان عمليات التمثيل الضوئي تتم بســـرعة في الطبقات العليا لعامود الماء في الحوض ولذلك فان تركيز الأكسجين الذائب يقل كلما اتجهنا إلى قاع الحوض أي أن تركيز الأكسجين الذائب يقل كلما اتجهنا لاسفل فى العمق كما أن تركيز غاز ثاني أكســـيد الكـــربون يزيد وتقل درجة الحموضه pH كلما اتجهنا إلى الطبقات السفلي لمياه الحوض وهذا بالطـــبع راجع إلى حدوث عمليات التمثيل الضوئي بدرجة كبيره في الطبقات العليا حيث يتوافر الضوء. ولذلك فان كثافة البلانكتون عاده ماتكون كبيرة في الطبقات العليا من المياه الموجودة في الحوض. وهناك بعض العناصر التي لها نشاط تمثيلي منخفض مثل الصوديوم والكالسيوم والبوتاسيوم والماغنسيوم والتى عـــاده ماتكون موزعه بانتظام في طبقات المياه المختلفة الموجودة في الحوض. أما المواد التي يختلف تركـــيزها على حسب عمق المياه في لحوض فعند تقدير هذه العناصر فمن الضروري أخذ عينات من المياه من الأعماق المختلفة وتحليلها وذلك للحصول على متوسط تركيز هذه العناصر في الحوض أوخلط هذه المياه التي حصلنا عليها من أعماق مختلفة للحصول على عينه ماء ممثله للحوض وأجراء عمليات التحلـــيل المخـــتلفة عليها. وبالتالي نجد أن الباحث عليه إما أن يقوم بقياس تركيز العناصر المختلفة في العينات التي يجمعها من الأعماق المختلفة أويقوم بخلط هذه المياه التي جمعها من الأعماق المختلفة مع بعضها وأخذ عينة واحدة ممثلة منها وذلك لإجراء التحاليل المختلفةعليها .

٢. مكان أخذ العينه Location

لإجراء العديد من القياسات على المياه الموجودة في الحوض لابد من أخذ عينات مياه من أماكن مختلفة ولكن يراعى أن تكون على نفس العمق وذلك لان تركيز هذه العناصر يختلف على حسب عمق المياه في الحوض كما لوحظ كذلك أن تركيز العناصر يختلف من منطقة إلى أخرى في الحوض الواحد هذا ولقد لوحظ أن هناك تباين كبير في تركيز أو كثافة البلانكتون من منطقة لأخرى في الحوض وذلك لأن البلانكتون يتراكم في أماكن معينه وذلك بفعل الرياح. كما أن الفوسفور يختلف تركيزه اختلافا كبيرا وقد يكون ذلك راجعاً إلى الامتصاص السريع لهذا العنصر بواسطة الفيتوبلانكتون .

كمـــا أن اخـــتلاف تركيز الفيتوبلانكتون ينعكس على تركيز الأكسجين الذائب كما وجد أنه ليس هـــناك فـــروق ظاهره والتي ترجع لحجم الحوض. ولقد تم الحصول على نفس النتائج عند إجراء هذه الـــتجربة باســـتخدام عشرة أحواض إضافية وعاده ما ينصح بأخذ عينات من خمس أماكن مختلفة وذلك لتحلـــيلها وأخذ المتوسط وبالرغم من ذلك فان عمليات إدارة أحواض تربية الأسماك عادة ما تعتمد في نتائجها على تحليل عينة واحده أو من موقع واحد من الحوض .

٣- التغيرات اليومية Daily patterns

نظـــراً لتأثـــير الضوء على عملية التمثيل الضوئي لذلك فان تركيز بعض المواد يختلف على مدار اليوم أي على مدار ٢٤ ساعة. فمثلاً نجد أن تركيز الأكسجين الذائب يزداد تركيزه أثناء ساعات الضـــوء حيث يصل إلى أقصى تركيز له بعد الظهر ويقل أثناء الليل حيث يصل إلى أقل تركيز له عند الفجـــر at dawn أما غاز ثاني أكسيد الكربون فانة يسلك سلوكاً معاكساً للأكسجين حيث يزداد تركيزه مـــع تـــناقص تركـــيز الأكسجين الذائب والعكس صحيح كما أن تركيز أيون الأيدروجين pH يتأثر بالتغـــيرات التي تحدث في تركيز غاز ثاني أكسيد الكربون كما أن هناك تغيرات في تركيز الكربونات CO_3 والبـــيكربونات HCO_3 والتي تحدث نتيجة للتغيرات في تركيز غاز ثاني أكسيد الكربون ولكن هناك بعض المواد التي لا يحدث فيها تغيرات ملحوظة مثل القلوية alkalinity والعسر الكلى Total hardness والبوتاسيوم .

٤- التغيرات الموسمية Seasonal patterns

يـــزداد ذوبـــان الغازات في الماء البارد ولذلك فان تركيز الأكسجين الذائب يختلف من موسم إلـــى آخـــر أما البلانكتون فان تركيزه يقل في الجو البارد ولذلك فان التغيرات في نوعية المياه والتي

تحـــدث نتيجة نشاط البلانكتون عاده ماتكون قليلة في الشهور الباردة. أما في الشهور الحارة من السنة فـــان كمـــيات البلانكتون تتغير بدرجه كبيره وهذا يؤدى إلى حدوث تغيرات ملحوظة في نوعية المياه وهـــذا يظهـــر واضحاً إذا قمنا بقارنة نتائج تحاليل عينات للماء أخذت في مواعيد مختلفة. وفى مجال الأبحـــاث والتجارب فعاده ما نحتاج إلى متوسطات لنوعية المياه ومحتواها من العناصر المختلفة أثناء فـــترة نمو الأسماك. ويقوم بعض الباحثين بإيجاد متوسط تحليل عينات المياه التي تم أخذها في أوقات مختلفة وذلك للحصول على متوسط لقيم المواد الموجودة في الماء أثناء موسم النمو في الحوض. وفي معظم الحالات فان البيانات والتي أخذت بفاصل زمني مقداره ٣-٤ أسابيع لا تختلف كثيراً عن النتائج التـــي حسبت من العينات التي أخذت بفاصل زمني مقداره أسبوع وفى معظم الحالات يمكن القول بأن العيـــنات التي تؤخذ بفاصل زمني مقداره ٦ أسابيع عاده ماتكون مختلفة مقارنة بتلك التي تؤخذ بفاصل زمني مقداره ٣ أو ٤ أسابيع .

أدوات أخذ عينات الماء **Water Samplers**

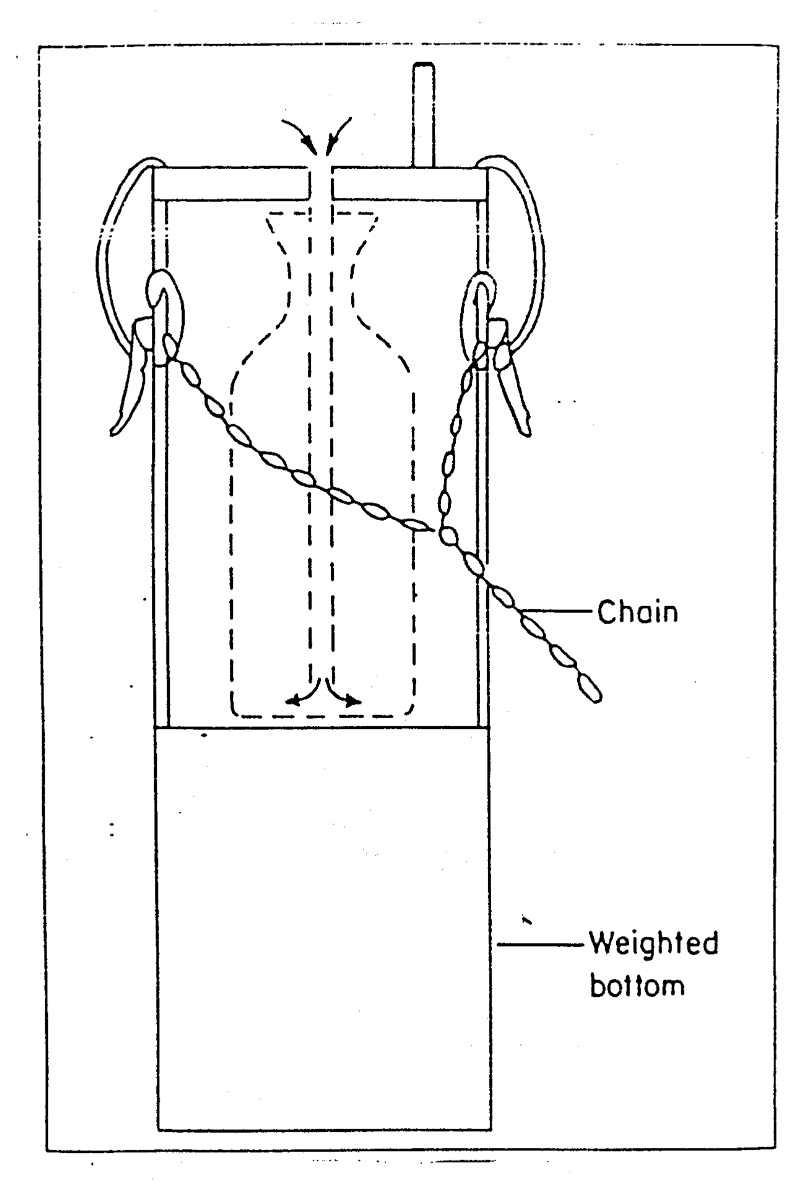
عيـــنات المـــاء السطحي يمكن الحصول عليها بسهوله وذلك بواسطة زجاجات مفتوحة ولكن هـــناك زجاجـــات خاصة تستخدم في الحصول على عينات من المياه من أعماق مختلفة أو لمنع دخول الهـــواء إلـــى داخل الزجاجات . وهناك العديد من أشكال الزجاجات التي تستخدم في أخذ عينات المياه مـــن أحواض تربية الأسماك والتي يتراوح حجمها ما بين ١-٣٠ لتر .والماء يدخل إلى الزجاجات من نـــوع Kemmerer and Van Dorn عـــن طريق أنبوبة إلى داخل الزجاجة والتي يجب أن يدخلها المـــاء دون الهـــواء وذلك في خلال مدة مقدارها ١٠-٢٠ ثانية . والزجاجات التي تستخدم في تقدير احتـــياجات الأكســـجين البيوكيميائية (BOD) يفضل استخدامها حيث تتميز بأن سدادة الزجاجة يمكن غلقها بدون أن تتكون فقاقيع من الهواء في داخل الزجاجة .

أخذ عينات الصرف الصحى Sewage Sampler

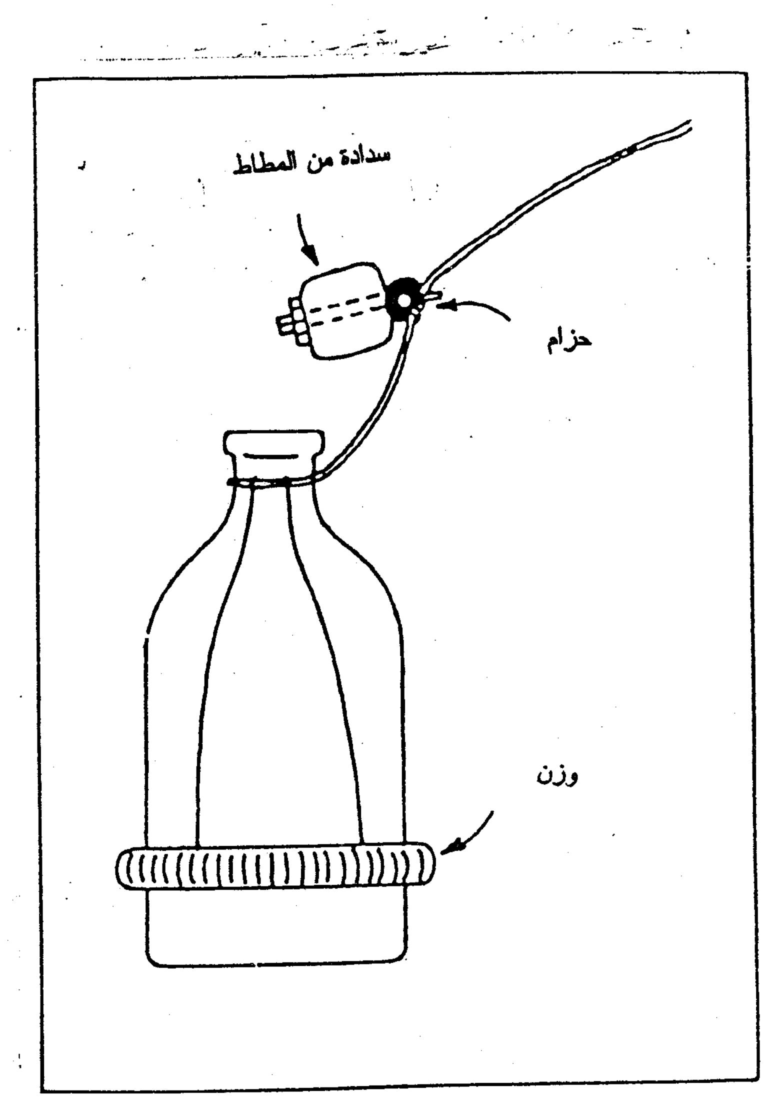
وال Sewage Sampler هي صوره أخرى من الزجاجات التي تستخدم في جمع المياه وذلك لتحلـــيل الغازات الموجودة بها وهذه موضحه في شكل (٥٨) وفى هذه الطريقة يتم ملئ الزجاجة من القاعدة أي من أسفل ويستمر غمرها في الماء وحتى يتم ملئ الفراغ المحيط بالزجاجة بالماء مع ملاحظة أن الماء الموجود في زجاجة أخذ العينات لا يحتوى على أي هواء. والمميزات الظاهرة لهذه الزجاجات أن هذه الزجاجات تملئ مباشرة بالماء كما يمكن استخدام ماصات بلاستيكية لإتمام نفس الغرض .

زجاجات العينات ذات الثقل **Weighted Bottle Sampler**

وهـــذا الـــنوع مـــن الزجاجات شكل (٥٩) يمكن استخدامه في جمع الماء من أعماق محدده من الحـــوض وعيـــنة الماء المتحصل عليها لايمكن استخدامها في التعرف على الغازات الذائبة في الماء



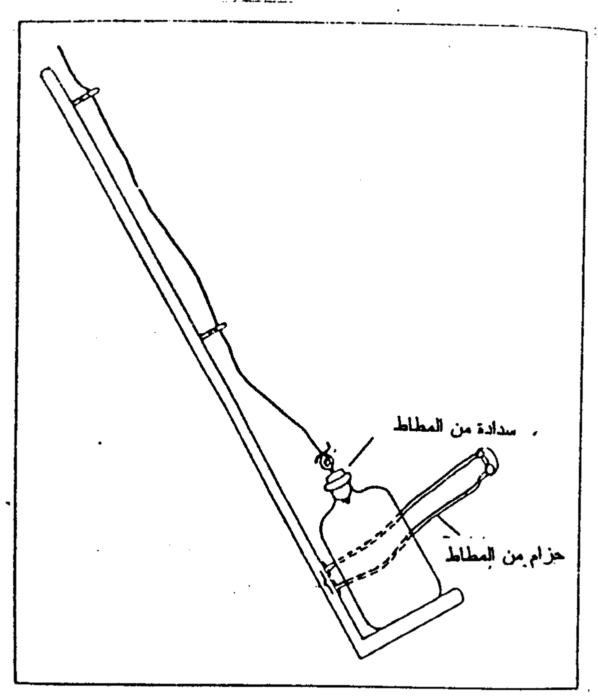
شكل (٥٨) : زجاجة عينات الصرف الصحى Sewage sampler



شكل (٥٩): زجاجة العينات ذات الثقل (الموزونه) A weighted bottle

وذلـك لأن هـذه الـزجاجات تحـتوى على الهواء ولذلك يجب وضع مسمار قلاووظ خلال السدادة البلاسـتيك والتـي تثبـت عند نهاية زجاجة أخذ العينات وهناك طرق بديلة يمكن استخدامها في جمع عينات الماء من الأحواض التي يتراوح عمقها مابين ١-٢ متر حيث توضع زجاجة أخذ العينات على

ذراع خشــبي طويــل (شــكل ٦٠) وحيث يتم دفع الزجاجة إلى العمق المطلوب ثم يتم فتح السدادة الموجودة على فوهة الزجاجة حتى يملئ الماء الزجاجة.



شكل (٦٠): زجاجة جمع عينات المياه الضحله

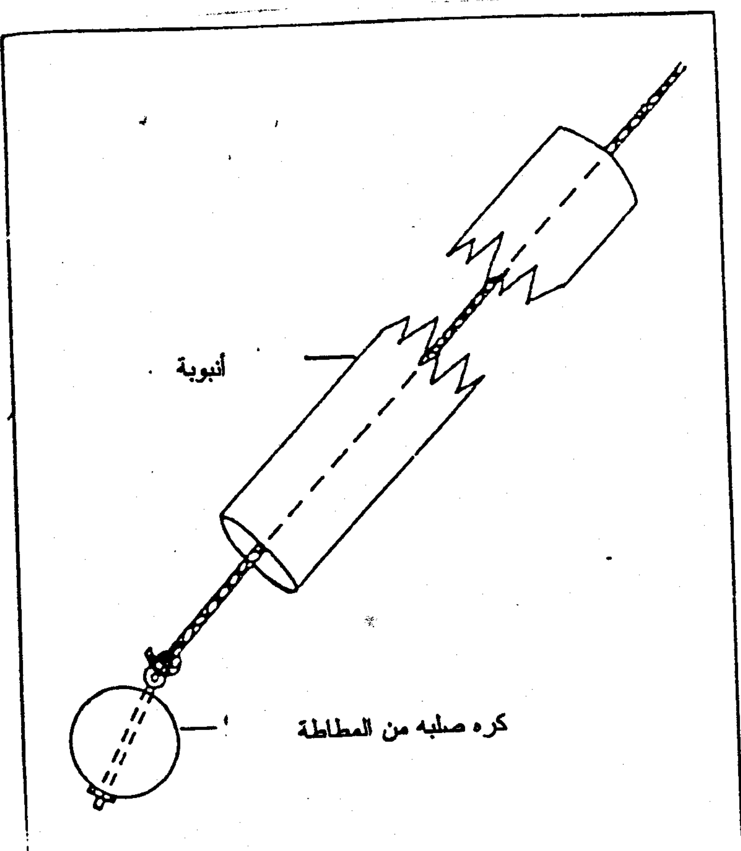
أنبوبة أخذ عينات عامود الماء **Column Sampler**

فــي أبحــاث الأســماك عــادة ما تستخدم أحواض أرضية صغيره كما أن العديد من مزارع الأسماك التجارية عادة مايكون عمقها حوالى متر وعاده ما يستخدم ال Column Sample والذي يصل طوله إلى ١ متر وذلك في الحصول على عينة ممثلة لمياه الحوض (شكل ٦١)

حامل زجاجات عينات الماء **Bottle Train Sampler**

وهذه الزجاجات تكون اسهل في تكوينها من زجاجات تقدير ال BOD وهى عبارة عن أنابيب زجاجــية أو بلاستيكية أو مطاطية مرنة وهذه مزوده بقطع معدنية لزيادة وزنها. والعينة الموجودة في الزجاجة رقم ١ عاده ما تستخدم في تحليل الأكسجين الذائب أما الثانية فأنها تستخدم في تحليل غاز ثاني

أكسيد الكربون. أما الزجاجة الثالثة فأنها تكون معرضة للاختلاط بالهواء ولذلك فأنها لايمكن أن تستخدم في تحليل الغازات الذائبة ولكن الماء الموجود بها يمكن استخدامه في التحاليل الأخرى (شكل ٦٢).

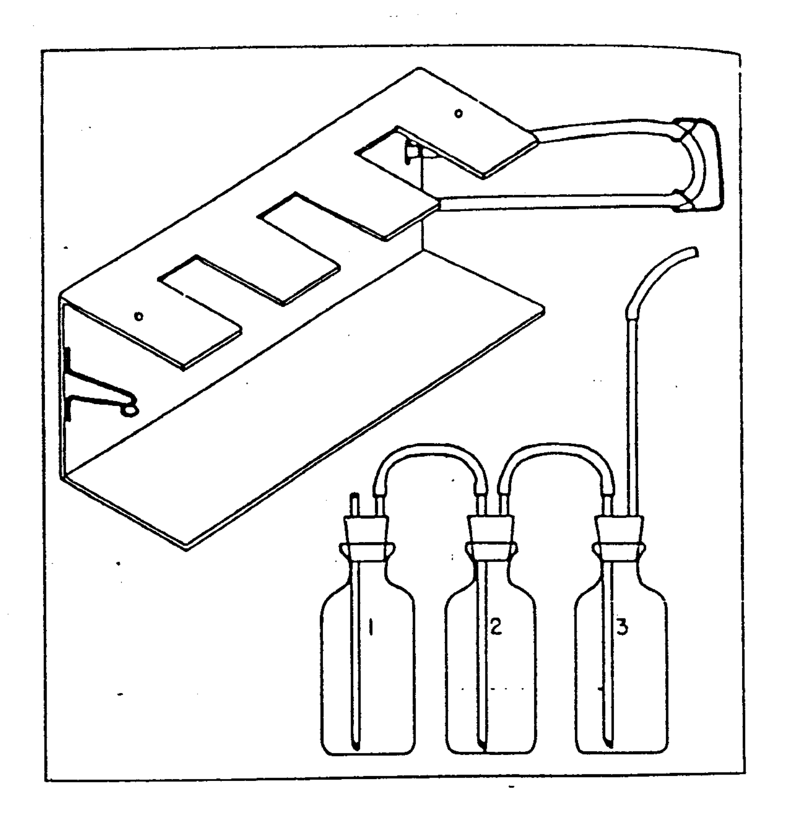


شكل (٦١): أنبوبة أخذ عينات عامود الماء Column Sampler

حفظ وتخزين عينات الماء Storage and preservation of water samples

يجب تحليل الماء بعد عملية جمع عينات الماء بسرعة كلما أمكن ذلك لأن هناك بعد التغيرات التـي تطـرأ علـى المـاء بعد عملية الجمع وهذه بالطبع تشمل إدمصاص بعض المواد على جوانب الـزجاجة كمـا أن درجـة ال pH تتغير نظراً لحدوث بعض النشاط التمثيلي للكائنات الحية الدقيقة الموجـودة في الماء وإنتاج بعض المواد الإخراجية لهذه الكائنات الدقيقة. وأقصى وقت يمكن أن يمر

علـــى جمـــع عينات الماء وتحليلها يختلف باختلاف نوعية المادة أو العنصر المراد تقديره ولكن هناك بعض الطرق التي عن طريقها يمكن إطالة مدة تخزين وحفظ هذه المياه .



شكل (٦٢): حامل زجاجت عينات الماء Bottle Train Sampler

ومـــن هذه الطرق إضافة Mercuric chloride وذلك لتثبيط نشاط البكتريا. كما أن إضافة حمـــض لاذابة العناصر المعدنية يؤدى إلى وقف نشاط البكتيريا ومنع التفاعلات الكيميائية الناتجة من نشـــاط هذه البكتيريا. والتوصيات التي أوصت بها الجمعية الأمريكية لحماية البيئة وذلك لحفظ وتخزين

عيـنات الماء تم تلخيصها في الجدول (٢٧) وهناك بعض الاحتياطات الإضافية الواجب مراعاتها عند حفظ المياه للتحاليل المختلفة.

جدول رقم (٢٦) : طرق حفظ عينات الماء لبعض التقديرات (الجدول مأخوذ عن جمعية الحفاظ على البيئة بالولايات المتحدة الأمريكية) .

التقدير	حفظ العينة	وقت (الحفظ)
الحموضة والقلوية	تحفظ على درجة ٤°م	٢٤ ساعة
BOD	تحفظ على درجة ٤°م	٦ ساعات
غاز ثاني أكسيد الكربون	تحفظ على درجة ٤° م	ساعتين
COD	١ مل حمض كبريتيك مركز لكل لتر	٧ أيام
الأكسجين الذائب	توضع العينة في زجاجات تقدير الأكسجين اللازم للتفاعلات البيولوجيه BOD المعتمة	٦ ساعات
العسر الكى	١ مل من HNO_3 لكل لتر أو التبريد على ٤°م	٧ أيام
الأمونيا أو النترات	١ مل حمض كبريتيك مركز لكل لتر أو التبريد على ٤ °م	٧ أيام
الأرثوفوسفات الذائبة	تحفظ على درجة٤° م أو الحفظ في الزجاجات المعاملة باليود	ساعتين
الفوسفور الكلى	تحفظ على درجة ٤°م	٧ أيام
الجوامد الكلية	لا يحتاج إلى أي معاملات	٢٤ ساعة
المادة العضوية	تحفظ على درجة ٤° م	١٢ ساعة
الكلوروفيل أ	تحفظ على درجة ٤°م	١٢ ساعة

الباب الثاني عشر

التحاليل الكيميائية

Chemical analysis

يشتمل هذا الباب من الكتاب على التحاليل الكيميائية التي تجرى في مزارع الأسماك بالإضافة إلـــى التحالـــيل الكيميائية التي يحتاجها الكثير من الباحثين والتي أوصت بها الجمعية الأمريكية للصحة العامة كما يحتوى هذا الكتاب على المواد الكيميائية التي تستخدم في التحاليل المختلفة والتي تستخدم في مزارع الأسماك.

١- الحموضة Acidity

كما ذكرنا سابقاً في الباب الثاني ان غاز ثاني أكسيد الكربون لايستطيع أن يزيد حموضة الماء عـــن ٥ر٤ درجة كما أن ثانيأكسيد الكربون لايتواجد في الماء إذا وصلت درجة ال pH إلى أكثر من ٨ر٣٤ ومن الواضح أن الماء الذي له درجة pH أقل من ٥ر٤ عادة ما يحتوى على الأحماض المعدنية القويـــة والحموضة يمكن تقديرهابواسطة المعايرة بواسطة قلوي مثل أيدروكسيد الصوديوم أوكربونات الصـــوديوم في وجود دليل الميثيل اورنج methyl orange . ونظراً لان غاز ثانيأكسيد الكربون يقوم بإحداث تفاعلات كيميائية في الماء لذلك فان عينات الماء والتي لها درجة pH تتراوح مابين ٥ر٤-٣٤ ر٨ يقال أنها تحتوى على غاز ثاني أكسيد الكربون الذي يتسبب في رفع درجة الحموضة أوبمعنى آخر أن حموضـــتها راجعـــة إلـــى وجـــود غاز ثاني أكسيد الكربون وهذه الحموضة يمكن تقديرها بواسطة المعايرة بواسطة قلوي وفى وجود دليل الفينول فيثالين phenolphthlein حيث أن نقطة نهاية التفاعل لهـــذا الدلـــيل هـــي درجـــة pH (٤ر٨) أما الحموضة الراجعة إلى حموضة الأحماض الغير عضويه Mineral acidity فأنها تقدر بواسطة المعايرة بقلوي معلوم المعيارية وفى وجود دليل الميثيل أورنج Methyl orange أمـــا الحموضـــة الكلية Total acidity والتي هي عبارة عن الحموضة الناتجة من العناصـــر المعدنـــية والحموضـــة الـــناتجة من غازثانيأكسيد الكربون (Mineral acidity + CO_2 acidity) فأنهـــا تقـــاس بواســـطة المعايرة بواسطة قلوي معلوم العيارية في وجود دليل الفينول فيثالين والنتـــيجة المتحصل عليها توضع في صورة مجم/لتر من كربونات الكالسيوم. فمثلا إذا استهلكت عملية المعايـــرة ٥ ملليمتر من الصودا الكاوية (٠٢ر٠ع) من الصودا الكاوية وذلك لمعايرة ١٠٠ مم من المـــاء وذلـــك حتى يتغير لون الدليل فان الحموضة الكلية في عينة الماء (١٠٠ مم) يمكن حسابها كما يلي :-

ح × ع (للحمض) = ح × ع (للقلوى) حيث أن ح =الحجم ، ع = العياريه

ملليمكافئات الحمض = ملليمكافئات القلوى

ملليمكافئات الحمض = ٥ × ٠٫٠٢ = ٠٫١٠ ملليمكافئ حموضة

(٠٫١٠ ملليمكافئ حموضة)(٥٠ مجم كربونات كالسيوم/ملليمكافئ)=٥ مجم كربونات كالسيوم

٥ مجم كربونات كالسيوم × ١٠٠/١٠٠٠ = ٥ مجم / لتر كربونات كالسيوم

ويمكن دمج هذه المعادلات فى معادلة واحدة كما يلي:-

الحموضة الكلية (فى صورة مجم/لتركربونات كالسيوم) =

(حجم القلوى) (عيارية القلوى) (٥٠)(١٠٠٠)/حجم العينة المستخدم=

٥ ×٠٫٠٢×٥٠×١٠٠٠/١٠٠=٥٠ مجم/لتركربونات كالسيوم

المحاليل المستخدمة في التقدير :-

دليل الميثيل اورنج ويتم تحضيره بإذابة ٠٫٠٥ جرام من الميثيل اورنج في ١٠٠ سم^{٣} من الماء المقطر.

دليل الفينول فيثالين (phth) ويتم تحضيره باذابة ٠٫٥جرام من الدليل في ٥٠ سم^{٣}من كحول الايثانول ٩٥% ثم إضافة ٥٠ سم من الماء المقطر.

محلول قياسي من حمض الكبريتيك وهذا الحمض يجب أن يكون معلوم العيارية (٠٫٠٢ع).

محلــول قياســي من الصودا الكاوية وعادة ماتحضر الصودا الكاوية ذات عيارية مقدارها ١ ع وهى تحضــر بإذابة ٤٠ جرام من الصودا الكاوية في ١٠٠٠ سم من الماء المقطر ثم تخفف الصودا الكاوية ١ع وذلك لتحويلها إلى صودا كاوية (٠٫٠٢ع) ويتم ذلك بأخذ ٢٠ سم من الصودا الكاوية ١ع ووضعها فــي دورق معياري سعته اللتر ثم إكمال الدورق بالماء المقطر ثم يغلق الدورق بسدادة محكمة ويجب قياس عيارية هذا المحلول كل يوم قبل استخدامه ويتم ذلك بأخذ ٢٠ سم من حمض الكبريتيك (٠٫٠٢ع) وتوضع في دورق مخروطي ٢٥٠ سم ثم نضيف ٨٠ سم من الماء المقطر إلى هذا الدورق ثم نضيف ٢-٣ نقــط مــن الدليل الفينول فيثالين ثم نقوم بالمعايرة بواسطة محلول الصودا الكاوية حتى الوصول إلى نقطة نهاية التفاعل ثم نحسب عيارية الصودا الكاوية وذلك من المعادلة التالية .

ح × ع (للحمض) = ح ×ع (للقلوي) ١٢-١

وبمعلومية حجم الحمض وعياريته وبمعرفة حجم القلوي المستخدم في المعايرة يمكن حساب عيارية هذا القلوي من المعادلة السابقة

طريقة التقدير:-

<u>الحموضـــة الغـــير عضـــوية</u> **Mineral acidity**: ويتم قياسها وذلك بواسطة أخذ ١٠٠ سم من الماء والمــراد تقديــر هذه الحموضة به ثم توضع في دورق مخروطي ٢٥٠ مم ثم نضيف إلي هذا الدورق ٤-٨ نقــط مــن دلــيل ال Methyl orange ثــم نجرى عملية المعايرة وذلك بواسطة محلول معلوم العيارية من الصودا الكاوية وذلك حتى الوصول إلي لون الدليل البرتقالي الباهت وعند هذه النقطة يمكن حساب الMineral acidity وذلك باستخدام المعادلة ١٢-١.

<u>الحموضـــة الكلية</u> **Total acidity**: ويتم قياسها بأخذ ١٠٠ سم من ماء الحوض ثم توضع في دورق معــياري ٢٥٠ ســم ثــم نضــيف إلــي محــتويات هــذا الدورق ٢-٣ نقط من دليل الفينول فيثالين phenopthalin ثم المعادلة بواسطة الصودا الكاوية معلومة العيارية حتى الوصول إلي اللون القرنفلي ثم نحسب الحموضة الكلية باستخدام المعادلة ١٢-١

٢- <u>القلوية</u>: Alkalinity

وفـــي هذه الطريقة يتم حساب كمية الحمض اللازمة لمعايرة كل القواعد المكونة للقلوية الكلية في الماء وهذه القواعد تشمل الكربونات والبيكربونات والايدروكسيدات والسليكات والفوسفات والامونيا وكذلك المركبات العضوية المختلفة الموجودة في الماء فبالرغم من أن أيونات الكربونات والبيكربونات والأيدروكسيل تعتبر هي القواعد السائدة في المياه الطبيعية ونظراً لان المياه التى لها درجة pH أعلى من ٤٫٥ يجب أن تكون محتوية على البيكربونات فان عينات الماء والتي تتحول إلي اللون الأصفر عند إضافة دليل الميثيل اورنج فإنها تحتوى على القلوية .

ونظراً لأن كربونات التربة القلوية مثل السليكات و dolomite هي المصادر الرئيسية للقواعد فــي المـــاء لذلــك فــان القلوية يجب أن توضع في صورة مجم/لتر من كربونات الكالسيوم وحمض الكبريتــيك القياســي المستخدم في معايرة القلوية الكلية عادة مانجد أن كل ١ مم منه تكافئ ١ مجم من كربونات الكالسيوم والمحلول الذي يكافئ كل ١مل منه ١ مجم كربونات كالسيوم هو ذلك المحلول الذي عياريته(٠٫٠٢ع) (١مجم كربونات كالسيوم÷ ٥٠ مجم كربونات كالسيوم/ملليميكافئ) .

ونـــتائج معايـــرة القلوية يمكن أن توضع في صورة قلوية كلية أو يمكن أن تقسم إلى مكوناتها وهى القلوية الراجعة إلى وجود الهيدروكسيدات والكربونات والبيكربونات. وأذا كانت عينات الماء ذات لـــون قرنفلي عند إضافة دليل الفينول فيثالين (درجة ال pH أعلى من ٨٫٤) فإنها بالطبع تحتوى على كميات كبيره من أيونات الكربونات.

وعملـــية تقديـــر القلوية يجـــب أن تجرى في خطوتين. في الأولى تتم المعايرة في وجود دليل الفيـــنول فيثاليـــن وذلك للوصول إلى نقطة نهاية التفاعل وبعد ذلك يضاف دليل الميثيل اورنج ثم نعاير

حتى الوصول إلى نقطة تغير لون دليل الميثيل اورنج. فعلى سبيل المثال إذا كانت عينة الماء لها درجة pH مقدارهـــا ٨٫٩ والتي تحتوى على خليط من الكربونات والبيكربونات. ففي أثناء المعايرة للوصول إلـــى الـــنقطة الـــتى يتغير فيها لون دليل الفينولفيثالين عند هذه النقطة تكون الكربونات قد تحولت إلى بيكربونات وعند هذه النقطة يجب معايرة كل الكربونات.

$$CO_3^{2-} + H^+ \rightleftharpoons HCO_3^- \quad (12\text{-}2)$$

لاحـــظ أن كـــل أيون كربونات عند بداية المعايرة ينتج أيون واحد بيكربونات حتى الوصول إلى نقطة نهايـــة الـــتفاعل والتـــي عندها يتغير لون دليل الفينول فيثالين. ويجب ملاحظة أن أيونات البيكربونات الموجـــودة أصلاً في العينة لاتتحلل ولذلك فان العينة تحتوى فى نهاية المعايره على أيونات بيكربونات كثـــيره مقارنـــة بتلك التى كانت موجودة عند بداية عملية المعايرة. وبعد ذلك فان العينة يجب معايرتها باستخدام حمض الكبريتيك حتى تتحول كل البيكربونات إلى ثاني أكسيد الكربون وماء وذلك عند انتهاء التفاعل وفى وجود دليل الميثيل اورنج

$$HCO_3^- + H^+ \rightleftharpoons H_2O + CO_2^- \quad (12\text{-}3)$$

ودرجة ال pH عند نقطة نهاية التفاعل يتم تنظيمها بواسطة كمية ثاني أكسيد الكربون والتي تـــتكون أثناء عملية المعايرة والتي تكون قليلة فى العينات التى لها درجة قلوية عالية عن العينات ذات القلويـــة المنخفضـــة وذلك لوجود علاقة مباشرة بين كمية القلوية وكمية غاز ثاني اكسيد الكربون التى تتكون أثناء عملية المعايرة. ولسوء الحظ فان غاز ثاني أكسيد الكربون يفقد أثناء عملية المعايرة ودرجة الحموضـــة pHعـــند نهايـــة الـــتفاعل لايمكن تحديدها في العينة. ونظراً لأن غاز ثاني أكسيد الكربون لايســـتطيع أن يجعـــل الماء ذو درجة pH أكبر من ٤٫٥ لذلك فان دليل أحمرالميثيل يجب أن يستخدم لتوضـــيح نقطة نهاية التفاعل في المعايرة في الاختبارات الروتينية. وبالرغم من أن النتائج الدقيقة جداً يمكـــن الحصـــول عليها إذا كانت درجة ال pH في نهاية المعايرة مضبوطه تبعا للقلوية الكلية. ومن المعتقد أن درجة الpH لدرجات القلوية المختلفة هي ٥٫١ وذلك عندما تكون الكلية ٣٠ مجم/ لتر، ٤٫٨ عندما تكون القلوية الكلية ١٥٠ مجم/لتر ، ٤٫٥ عندما تكون القلوية الكلية ٥٠٠ مجم/ لتر. ونقطة انتهاء الـــتفاعل end point يجب تقديرها بدقه كبيره وذلك باستخدام pH meter ولبيان كيفية حساب القلوية الكلية (المليجرام/لتر) كمكافئات لكربونات الكالسيوم في هذه الحالة نحتاج إلى ١٠٠ سم من الماء وهذه الكمـــية تحتاج إلى ٢٫٦٨ مم من حمض الكبريتيك ٠٫٠٢٢ ع وذلك للمعايرة حتى الوصول إلى النقطة الـــتى يتغير فيها لون دليل الفينول فيثالين ٦٫١٢٢ من حمض قياسي وذلك للمعايرة من الفينول فيثالين إلـــى نقطة انتهاء التفاعل التى يتغير فيها لون الميثيل اورنج في هذه الحالة فان ال phenolphthalein alkalinity تحسب كالآتي :

ح × ع (للحمض) = ح × ع (للقلوى)

ملليمكافئات الحمض = ملليمكافئات القلوى

٠,٢٢ × ٢,٦٨ = ٠,٠٥٩ ملليمكافئ حموضة

عدد ملليمكافئات القلوى=٠,٠٥٩ ملليمكافئ

مللیجرامات كربونات كالسيوم الموجودة فى ١٠٠ مل ماء = ٠,٠٥٩ × ٥٠ =٢,٩٥ مجم/١٠٠ مل.

مللیجرامات كربونات كالسيوم الموجودة فى اللتر= ٢,٠٥٩ × ١٠٠/١٠٠٠ =٢,٩٥ مجم.

وحساب القلوية الكلية يعتمد على كمية الحمض الكلية المستخدمة وهى ٢,٦٨ مل وذلك للوصول إلى نهاية التفاعل في وجود دليل الفينول فيثالين بالإضافة إلى ال ٦,١٢ مل والتي نحتاج إليها لاستمرار التعادل إلى نقطة نهاية التفاعل في وجود الميثيل اورنج أو ال ٨,٧٨ مل في عملية التعادل بأكملها:-

ويمكن حساب القلوية الكلية من المعادلات التالية :-

ح × ع (للحمض) = ح × ع (للقلوى)

ملليمكافئات الحمض = ملليمكافئات القلوى

٨,٧٨ × ٢,٦٨ = ملليمكافئ القلوى فى ١٠٠ مل

عدد ملليمكافئات القلوى=٠,١٩٣ ملليمكافئ

مللیجرامات كربونات كالسيوم الموجودة فى ١٠٠ مل ماء = ٠,١٩٣ × ٥٠ =٩,٧ مجم/١٠٠ مل.

مللیجرامات كربونات كالسيوم الموجودة فى اللتر= ٩,٧ × ١٠٠/١٠٠٠ =٩٧ مجم.

ويجب ملاحظة أن القلوية الكلية عبارة عن خليط من الكربونات والبيكربونات والايدروكسيدات ولأغراض التحليل فبالرغم من أن العينات يجب أن ينظر إليها على أنها عبارة عن خمس أنواع من التحاليل وهى:-

١- الكربونات
٢-البيكربونات
٣- الكربونات والبيكربونات
٤- كربونات وأيدروكسيد
٥- أيدروكسيد

في هذه الحالة فان القلوية الكلية لهذه الأنواع الخمسة من المحاليل تكافئ كمية الحمض اللأزمة في معايرتها كما أن هذه الصور المختلفة للقلوية يمكن حسابها بسهوله وذلك من القلوية الكلية وكذلك من القلوية الراجعة إلى الكربونات وذلك من خلال النظام التالى:

١- فـإذا كـان حجـم الحمض اللازم للوصول إلى نقطة إنتهاء التفاعل فى وجود دليل phth = صفر فمعـنى ذلك أن العينه لاتحتوى على كربونات وتكون القلوية الكلية مساويه لقلوية البيكربونات أى أن الحاله فإن قلوية البيكربونات = القلوية الكلية.

٢- أو قـد تكون القلويه الراجعه إلى وجود الكربونات أقل من ٢/١ القلويه الكلية وفى هذه الحالة تكون قلوية البيكربونات = القلوية الكلية-قلوية الكربونات.

٣- أو قـد تكون القلويه الراجعه إلى وجود الكربونات أكبرمن ٢/١ القلويه الكلية وفى هذه الحالة تكون قلوية الكربونات = القلوية الكلية- قلوية البيكربونات.

٤- إذا كانـت العينة تحتوى على أيونات الأيدروكسيل ففى هذه الحاله لاتكون هناك أيونات بيكربونات ولذلك فإن قلوية الكربونات تزيد عن نصف القلوية الكليه وعند ذلك فإن:

قلوية الكربونات = ٢(القلوية الكلية- قلوية الكربونات)

قلوية الأيدروكسيد = القلوية الكلية- قلوية الكربونات

٥- إذا كانت العينة تحتوى على أيونات الأيدروكسيد فقط ففى هذه الحالة فإن :

قلوية الأيدروكسيد = القلوية الكلية.

ومن الممكن وضع قلوية البيكربونات والكربونات والهيدروكسيد في صورة $HCO3^-$, $CO3^{2-}$, OH^- ونظراً لان ١مجم/لتر من كربونات الكالسيوم تكافئ ٠٢ر٠ ملليميكافئ/لتر من كربونات الكالسيوم لذلك فـان ١مجم/لتر من البيكربونات والكربونات والهيدروكسيد توضع في صورة كربونات كالسيوم والتي تكافئ ٠٢ر٠ ملليميكافئ/ لتر لكل من البيكربونات والكربونات والايدروكسيد .

ويمكن عمل معادلة بسيطة لحساب الأيونات .

HCO_3^- in mg/liter = Bicarbonate alkalinity x 1.22 (12-4)

CO_3^{-2} in mg/liter = Carbonate alkalinity x 0.60 (12-5)

OH^- in mg/liter = Hydroxyde alkalinity x 0.34 (12-6)

المحاليل المستخدمة: Reagents

دلـيل الفيـنول فيثالين. ويتم تحضيره باذابة ٥ر٠ جرام في ٥٠ سم من كحول الايثانول ٩٥% ثم إضافة ٥٠ من الماء المقطر لتحضير ١٠٠ مل من هذا الدليل .

٢- دليل الميثيل اورنج : ويتم تحضيره باذابة ٠٥ر٠ جرام من الميثيل اورنج في ١٠٠ سم^{3}ماء مقطر .

٣- محلول قياسي من الكربونات (٠٢ر٠ع) وفيه يتم تجفيف عدة جرامات من كربونات الصوديوم على درجة حرارة مقدارها ١٤٠ درجة مئوية ثم تبرد في مجفف زجاجي ثم يذاب ٠٦ر١ جرام من كربونات الصـوديوم اللامائيه في الماء المقطر ثم يكمل الدورق الذي حجمه ١ لتر بالماء المقطر الخالي من ثاني

أكسـيد الكربون والذي يمكن الحصول علية بتسخين الماء المقطر حتى الغليان ثم الاستمرار في الغليان لمدة ١٠-١٥ دقيقه وذلك لطرد ثاني أكسيد الكربون ثم نبرد هذا الماء قبل الاستخدام ومحلول كربونات الصوديوم هذا يجب استخدامه في خلال ساعات التحضير.

٤- محلـول قياسي من حمض الكبريتيك (٠٫٠٢ ع): ويتم تحضير حمض كبريتيك ٠٫١ ع أولاً وذلك بتخفـيف أو بإذابـة ٢٫٨مم من حمض الكبريتيك المركز في لتر ماء خالي من ثاني أكسيد الكربون ثم يخفـف الحمض ٠٫١ ع وذلك بأخذ ٢٠٠ ملليمتر من الحمض ٠٫١ع ووضعه في دورق معياري ١لتر ثم إكمال الدورق بالماء المقطر حتى العلامة مع ملاحظة أن يكون الماء خالي من ثاني أكسيد الكربون.

والحمض المتحصل عليه في هذه الحاله سوف تكون عياريته ٠٫٠٢ع ولكن يجب ظبط عيارية هذا الحمض بقلوي آخر وذلك للتأكد من أن هذا الحمض عياريته ٠٫٠٢ ع . ولاتمام عملية المعايرة هذه يؤخـذ ١٠ سـم مـن محلول كربونات الصوديوم ٠٫٠٢ ع وتوضع في دورق مخروطي ٢٥٠ سم ثم نضـيف إليها ٩٠ سم من الماء المقطر الخالي من ثاني أكسيد الكربون ثم نضيف إلى محتويات الدورق ٤-٨ نقـط من دليل الميثيل اورنج methyl orange ويجب مراعاة استخدام هذا العدد من نقاط الدليل فـي كـل المعايـرات التالية ويتم عملية المعايرة على سطح أبيض حتى نتبين النقطة التى يتغير عندها اللـون (نقطة انتهاء التفاعل) وذلك للوصول إلى نقطة نهاية التفاعل في وجود دليل الميثيل اورنج وتتم المعايـرة بواسـطة اسـتخدام حمـض الكبريتيك القياسي ونقطة نهاية التفاعل هي النقطة من حمض الكبريتيك والتي عند أضافتها تحول لون المحلول من اللون الأصفر إلى اللون البرتقالي. وعندها نحسب عيارية حمض الكبريتيك.

طريقة التقدير

Phenolphthalein alkalinity: باسـتخدام مخبار مدرج خذ ١٠٠ ملليمتر من الماء المراد التقدير فيه ثم ضع كمية الماء هذه في دورق مخروطي سعة ٢٥٠مم ثم أضف نقطتين من دليل الفينول فيثالين فـإذا تحولـت العينة إلى اللون القرنفلي فان العينة تحتوى على ال Phenolphthalein alkalinity أى كـربونات ففي هذه تتم المعايرة باستخدام حمض الكبريتيك حتى النقطة التى تؤدى أضافتها إلى اختفاء اللـون القرنفلي. وبعد ذلك تحفظ العينة بمحتوياتها وذلك لتقدير ال Methyl Orange alkalinity ويتم حساب ال phenolphthalein alkalinity .

Total alkalinity: وعند تقديرها يضاف ٤-٨ نقاط من دليل الميثيل اورنج إلى دورق يحتوى على ١٠٠سـم مـن العيـنة ثم نقوم بإجراء عملية المعايرة باستخدام حمض الكبريتيك معلوم العيارية حتى يـتحول لون المحلول الموجود في الدورق من اللون الأصفر إلى اللون البرتقالي فيكون بذلك قد أنتهي

الـــتفاعل ونحســب حجــم الحمــض المســتخدم فــي التعادل كما يمكن استخدام نفس العينة التى سبق واســتخدامها فــي تقدير ال alkalinity phenolphthalein وعملية المعايرة يجب أن تتم فوق سطح أبــيض في مكان مضيء جيداً. وبعد ذلك نحسب القلوية الكلية مع ملاحظة أنه لو استخدمنا العينة التى سبق استخدمت في تقدير ال alkalinity Phenolphthalein فيجب إضافة حجم الحمض الذي أستخدم فــي هذه الخطوة إلى حجم الحمض الذي أستخدم في الخطوة التالية وذلك للحصول على حجم الحمض الذي أستخدم في معايرة القلوية الكلية.

ملاحظات :

١- نظــراً لصــعوبة تحديد نقطة انتهاء التفاعل باستخدام دليل الميثيل اورنج فهناك بعض الدلائل التى يمكن استخدامها بدلاً من الميثيل اورنج.

٢- نظــراً لأن امتصـــاص أو إنتاج غاز ثاني أكسيد الكربون بواسطة الكائنات الحية الدقيقة يؤدى إلى حدوث تغير في نسب الكربونات والبيكربونات لذلك يجب إجراء عملية التقدير بمجرد جمع عينات الماء مباشــرة إذا ما أراد الباحث أن يقوم بتقدير مكونات القلوية الكلية (كربونات وبيكربونات وأيدروكسيد). هذا ويجب ملاحظة أن هذه العينات وهى عينات الماء التى سوف تستخدم في تقدير القلوية الكلية يمكن تخزينها لأيام عديدة دون حدوث أي تغير فيها .

٣- احتياجات الألومنيوم (الشب) Alum Requirement

إن تركــيز حجــر الشب **Alum** اللازم لتجميع وترسيب جزيئات الطين في الماء العكر يمكن تقديــره في مياه الحوض. وتأثير إضافة حجر الشب على ال pH والقلوية لمياه الحوض يجب تقديرها من التغيرات في رقم ال pH والقلوية في العينة أثناء عملية تقدير الاحتياجات اللازمة من الشبه. ويجب أن يكون هناك جهاز قياس ال pH وكذلك محلول منظم للpH .

المحاليل اللآزمه:-

محلــول الشب الأساسى ٢٥٠٠ مجم/لتر Stock Alum Solution 2500 mg/Liter ويحضر باذابة ٢٥٠٠ جرام من كبريتات الألومنيوم (الشب) ثم يخفف إلى ١٠٠٠ ملليمتر بالماء المقطر وهذا المحلول يجب تحضيره يوميا.

المحاليل المستخدمة في تقدير القلوية الكلية Total alkalinity وهذه سبق ذكرها في الصفحات السابقة.

طريقة التقدير :

ولإجراء عملية التقدير نستخدم تسعة دوارق مخروطية ثم نضيف في كل منها ١٠٠٠ سم من مـــاء الحـــوض. الدورق الأول يترك بدون أي معاملة وذلك للمقارنة أما الدوارق الأخرى فيضاف لها

محلـــول كلوريـــد الألومونيوم وذلك بتركيزات مختلفة ٥، ١٠، ١٥، ٢٠، ٢٥، ٣٠، ٣٥، ٤٠مجم/لتر بالإضافة إلي إضافة ٢ ، ٤ ، ٦ ، ٨ ،١٠ ، ١٢ ، ١٤، ١٦ سم من محلول كبريتات الألومنيوم السابق تحضـــيره فـــي الـــدوارق مـــن الثاني إلى التاسع على التوالي. وبمجرد إضافة الألومنيوم يجب تحريك الـــدوارق لمـــدة دقـــيقة واحدة وبعد ساعتين يجب ملاحظة الدوارق بعناية وذلك لتقدير أقل تركيز من الألومنيوم اللازمة لترسيب جزيئات الطين وهذا التركيز من الألومنيوم يعتبر هو التركيز اللازم وجوده فـــي مياه الحوض. وبإجراء عملية السيفون Siphon ل ٢٠٠ مل من الماء مقارنة بالماء الغير معامل (الكنـــترول) وكذلـــك بإســـتخدام أقـــل تركيز من الألومنيوم والذي يؤدي إلي حدوث تغيرات ملحوظة هوعـــباره عـــن احتياجات الألومنيوم لمياه الحوض. وفى هذا التقدير يجب قياس كلا من درجة ال pH والقلوية الكلية في العينتين.

٤ - <u>الأمونيـــا</u> Ammonia

يـــتم تقديـــر الأمونيا بطريقة تقليدية وهى طريقة نسلر Nassler method طبقاً لما أوصت به الجمعـــية الأمريكـــيه للصـــحة العامه ولسوء الحظ فانه عدداً من المواد الأخرى والتي توجد في الماء تـــتفاعل أيضا مع الأمونيا وتدخل في التحليل. وللحصول على نتائج دقيقة فأنة يجب تقطير الأمونيا من عيـــنات الماء ثم يتم ربطها بواسطة حمض مخفف وتحليل الأمونيا يجرى في محلول الحمض المخفف وهـــذه الطريقة تستهلك وقت ولكن يمكن تعويض ذلك أو يمكن اختصار الوقت باستخدام ٦-١٢ وحده مـــن وحـــدات كلداهـــل. وحديـــثاً تستخدم طريقة أخرى وهى طرقة ال Berthelot reaction وهذه الطـــريقة تعـــتمد على ظهور اللون الأزرق عند تفاعل الأمونيا مع الفينول وهيبوكلوريت القلوي وهى تعتـــبر طـــريقة بديله لطريقة نسلر والطريقة التى تستخدم فيها ال Berthelot reaction تسمى طريقة الأندوفيـــنول indophenol method أو تسمى phonate method وتجرى بنجاح دون أن تحتاج إلي عملية تقطير للعينات وذلك بالنسبة لل waste water والذي له درجة عسركلى total hardness أقل من ٤٠٠ مجم/لتر ونتروجين النترات تركيزه أقل من ٥ مجم/لتر. .(Scheiner, 1976). ولقد وجد أن طـــريقة phonate method يمكن استخدامها بنجاح لقياس الأمونيا الكلية بدون عملية تقطير في عينة المـــياه الموجـــودة فـــي الحوض. وفى هذه الحالة يتم تحليل ٥٢ عينه مباشرة بواسطة ال Phonate method ثـــم تتم بعد ذلك عملية التقطير ولقد وجد أن معامل الارتباط بين الطريقتين يصل إلي٩٨٩ر٠ وهـــو معـــامل ارتـــباط معنوي قوى عند مستوى ١%. وفى طريقة ال Indophenol method فان الفيـــنول يـــتفاعل مـــع الهيبوكلوريـــت فـــي وجود محلول قلوي حيث يتكون ال phenylquinone

monoimine والـذي يـتفاعل مـع الأمونيا لكي يكون ال indophenol كما هو موضح في المعادلة التالية:-

$$2\ \text{phenol} + NH_3\downarrow + 3ClO^- \rightarrow O\text{-}C_6H_4\text{-}N{=}C_6H_4{=}O + 2H_2O + OH^- + 3Cl^- \quad (12\text{-}7)$$

phenol — indophenol blue

ومركـب ال indophenol يعطـى المحلـول لون أزرق وكثافة هذا اللون تتناسب مع تركيز الأمونيا الموجودة في الحوض . ويجب ملاحظة أن صورتي الأمونيا وهما NH_3, NH_4 (الأمونيا الكلية) تقاس فـي هـذا التفاعل وذلك لأنه في المحلول القلوي القوى فان كل الأمونيا تتوجد في الصورة الغير متأينه NH_3 . واللـون الأزرق الـناتج مـن ال indophenol والذي تعتمد درجة كثافته على أكسيد الأمونيا الموجـودة فـي العينة قد يختلف طبقاً لعمر المواد الكيماوية المستخدمة في التقدير وكذلك تبعاً لظروف التحلـيل. ولذلـك فليس من المناسب أن نستخدم المنحنى الضابط Calibration graph والذي يعتمد على التركيزات المعروفة من الأمونيا وذلك لكي نستطيع أن نقدر الأمونيا الكلية في العينات. ولذلك فان محالـيل الأمونـيا القياسية المستخدمة في التحليل وكذلك الجواهر الكشافة المستخدمةفي تحضير العينه الضابطه (البلانك blank) يجب أن تكون طازجة وحديثه ويتم تحضيرها مع كل قياس.

وعـند استخدام جهاز ال Spectrophotometer يجب ضبط الجهاز على (100% transmittance) مع البلانك ويتم تقدير الأمونيا الكلية .

والأمونيا الكلية في هذه الحالة تقاس وذلك باستخدام المعادلة التالية :-

$$\frac{C1}{C2} = \frac{A1}{A2} \qquad (12\text{-}8)$$

حيث أن C1 هي تركيز الأمونيا الكلية القياسية

C2 هي تركيز الأمونيا الكلية القياسية في العينة.

A1 هو امتصاص الأمونيا الكلية في المحلول القياسي.

A2 هو امتصاص الأمونيا الكلية في العينة .

مع ملاحظة أن جهاز ال Spectrophotometer يستخدم على طول موجي مقداره ٦٣٠ نانوميتر.

الجواهر الكشافة:

١- المـاء الخالـي من الأمونيا Ammonia- free distilled water وللحصول على هذا الماء يمرر المـاء المقطر على كاتيونات حمض قوى أو على الريزن resin والجهاز المستخدم يسمى deionizer والماء المتحصل عليه من هذا الجهاز يجب استخدامه طازجاً كل يوم.

٢- المحلـول المؤكسد Oxidizing solution ويحضر بخلط ٢٠ مل من ال bleach مع ٨٠ مل من المـاء المقطر الخالي من الأمونيا ثم نضبط رقم ال pH بحيث يتراوح مابين ٦٫٥-٧ مع محلول مكون

مـــن جزء من حمض الأيدروكلوريد مع ٣ أجزاء ماء مقطر والمحاليل المستخدمة يجب أن تحضر كل ٤–٥ أيام .

٣- محلول كبريتات المنجنيز Manganese sulfate solution

ويـــتم تحضـــيره بإذابـــة ٥٠ مجم من كبريتات المنجنيز المائية $MnSO_4.H_2O$ في ١٠٠ مل من الماء المقطر الخالي من الأمونيا.

٤- phonate solution

ويحضــــر بإذابة ٢٫٥ جرام من الصودا الكاوية NaOH ، ١٠ جرام من الفينول في ١٠٠ سم من الماء المقطر الخالي من الأمونيا. ويتم تحضير هذا المحلول كل ٤–٥ أيام.

٥-محلول كلوريد الأمونيوم القياسي (٠٫٣ مجم/لتر)
Standard Ammonium chloride solution (0.3 mg/Liter of nitrogen)

ويـــتم تحضير هذا المحلول بإذابة ١٫٩٠٧٩ جرام من كلوريد الأمونيوم NH_4Cl في دورق مخروطي ســـعته ٥٠٠ مل ثم يضاف الماء المقطر الخالي من الأمونيا إلى محتويات الدورق وذلك للحصول على محلـــول يحتوى على ١٠٠٠ مجم/لتر من الأمونيا الكلية. وباستخدام ماصة مدرجة يؤخذ ٥ مل من هذا المحلـــول ثـــم توضع في دورق معياري ٥٠٠مل ثم يكمل الدورق بالماء المقطر وذلك للحصول على محلـــول تركيزه ١٠ مجم/لتر من الأمونيا. ثم باستخدام ماصة مدرجة نأخذ ١٥ مل من المحلول ١٠٠٠ مجم/لتر ثم توضع في دورق ٥٠٠ مل ويكمل الدورق بالماء المقطر الخالي من الأمونيا وذلك للحصول علـــى محلـــول يحـــتوى على ٠٫٣ مجم/لتر من الأمونيا الكلية والمحاليل ٠٫٣-١٠ مجم/لتر هذه يجب تحضـــيرها بصورة طازجة يومياً ولكن المحلول ١٠٠٠ مجم/لتر يمكن تخزينه وحفظة لاستخدامه لعدة أيام.

طريقة التقدير :-

رشـــح ٢٥-٥٠ مـــل من عينة الماء وذلك باستخدام ورق ترشيح واتمان رقم ٤٢ أوما يعادله ويجـــب الايـــتم الترشـــيح تحت ضغط وذلك لان بعض الأمونيا سوف تفقد من المحلول تحت الضغط المنخفض .

وبواسطة ماصة ١٠ مل يؤخذ ١٠ سم من الماء والمرشح في دورق مخروطي ٥٠ مل ثم يقلب الماء باســـتخدام مقلب مغناطيسي Magnetic Stirrer وأثناء عملية التقليب نضيف نقطه واحده من كبريتات المنجنيز المائية $MnSO_4.H_2O$ وذلك باستخدام قطاره طبيه وكذلك ٠٫٥ مل من المحلول المؤكسد، ٠٫٥ مل من محلول الفونات Phonate solution ونستمر في عملية التقليب لمدة ١٥ دقيقة ثم نأخذ ١٠ مل من الماء المقطر الخالي من الأمونيا ، ١٠ مل من المحلول المحتوى على ٠٫٣ مجم/لتر أمونيا كلية

كمـــا ســبق وشـــرحنا وباستخدام جهاز القياس اللوني Spectrophotometerعلى طول موجي ٦٣٠ نانوميـــتر ونضــع الجهـــاز علـــى إمتصـــاص ضوئى مقداره absorbency 0.0 مع البلانك ثم نقرأ الامتصاص بالنسبة للعينات القياسية وبعد ذلك نحسب تركيز الأمونيا.

ملاحظات :

- إذا كـــان تركيز الأمونيا الكلية يزيد عن ٢ مجم/ لتر فان اللون الأزرق عادة ما يكون مركز بدرجة كبيره وفى هذه الحاله لاتكون قراءات جهاز ال Spectrophotometer دقيقه ولذلك يجب تخفيف هذه العيـــنات باســـتخدام الماء المقطر الخالي من الأمونيا وذلك للحصول على نتائج دقيقه ومناسبة. على أن يضرب التركيز المتحصل عليه في النهاية فى التخفيف مع مراعاة الآتى:
- أن نســـبة الأمونـــيا الغير متأينه NH_3 يمكن تقديرها وذلك بإيجاد حاصل ضرب الأمونيا الكلية في معامل خاص.
- وإذا كانـــت العكـــاره الموجـــودة في الماء كبيره لايمكن إزالتها بواسطة عمليات الترشيح ففي هذه الحالــــه يجـــب تقطير الأمونيا واستقبالها بواسطة حمض البوريك Boric acid وهذه الطريقة منشوره فىالجمعية الأمريكيه للصحة العامة.

٥- احتياجات الأكسجين اللآزم للتفاعلات البيوكيميائية: Biochemical Oxygen Demand

هوعباره عن مقياس يستخدم لمعرفة كمية الأكسجين اللازم لنشاط الكائنات الحية الموجودة في الحـــوض والتـــي تقـــوم بتحليل المادة العضوية في الماء وذلك في الماء الموجود تحت ظروف خاصة وعـــاده عند إيجاد كمية ال (BOD) فانه يتم إضافة عناصر غذائية غير عضوية ومنظمات مع البكتريا ثـــم تحفـــظ في مكان بارد لمدة ٥ أيام تحت درجة حرارة مقدارها ٢٠ ° م وفى هذه الحاله يكون مقدار الـــنقص في الأكسجين الذائب (DO) هو عبارة عن ال (BOD) والذي يعتبر قياس هام في تقييم درجة التلوث للماء بالملوثات.

وإســـتخدام مقياس ال BOD في مزارع الأسماك قليل ولذلك فعند تقدير ال (BOD) فى عينات المـــاء يـــتم تحضـــينها في الحوض لعدة ساعات ويكون النقص في الأكسجين الذائب هو عبارة عن ال (BOD).

الأجهزة الخاصة بهذا القياس

تحفـظ عينات الماء في زجاجات خاصة بتقدير ال BOD وهذه الزجاجات تغطى بعدة طبقات من الطلاء الأسود وذلك لجعل هذه الزجاجات معتمة وغير شفافة أما الزجاجات التى تستخدم في تقدير ال DO فإنها لاتكون معتمة .

الجواهر الكشافة المستخدمة

وهى نفس الجواهر الكشافة المستخدمة في قياس الأكسجين الذائب DO .

طريقة التقدير :-

أجمع عينات الماء فيحدود ٢ لتر أوأكثر من العمق المطلوب للحوض. ثم صب عينه الماء في زجاجتيـن حوالـى عشرة مرات وذلك حتى يتشبع الماء بالهواء ثم تملئ زجاجه شفافة وأخرى معتمة بالمـاء (يجب أن يتم ملئ زجاجتين أوأكثر). وبعد ذلك نقيس الأكسجين الذائب في الزجاجة الشفافة ثم نحضن الزجاجة المعتمة في حوض الماء على العمق المناسب وذلك لمدة ٦-٢٤ ساعة وبعد هذه المدة نقوم بتقدير الأكسجين الموجود في الزجاجة المعتمة والذي عاده مايكون أقل من الأكسجين الذائب DO وبالطرح نحصل على ال BOD وذلك في صورة مجم/لتر.

ملاحظات :-

الجهاز المستخدم في قياس الأكسجين الذائب DO يجب استخدامه في تقدير ال BOD كما أن الماء يجب تبريده أوتسخينه بواسطة حمام مائي حتى تكون درجة حرارة الماء واحده في التقديرين

٦- الكالسيوم:- **Calcium**

أن تركـيز الكالسـيوم فـي الماء عادة ما يوضع في صورة Calcium hardness وفى هذا الـتقدير يسـتخدم محلـول ال EDTA والذي يرتبط مع جزيئات الكالسيوم وهذا المحلول يستخدم في معايـرة الكالسـيوم ومركـب ال EDTA هذا يرتبط بالكالسيوم والماغنسيوم فى نفس الوقت كما فى المعادلة (١٢-٩).

$$Ca^{2+} + EDTA \rightarrow CaEDTA \qquad (12\text{-}9)$$
$$Mg^{2+} + EDTA \rightarrow Mg\,EDTA$$

ولذلـك يجـب أن تكـون عيـنات الماء قلوية جداً وذات درجة pH ١٢-١٣ وذلك لترسيب الماغنسـيوم فـى صورة أيدروكسيداته ولذلك فان الEDTA في هذه الحاله سوف تستخدم في تقدير الكالسـيوم. وفى الحقيقة فان هناك بعض العناصر المعدنية تقوم بتكوين معقدات ثابتة مع ال EDTA ولكـن الكالسـيوم والماغنسـيوم هما أكثرالعناصر شيوعاً في المياه الطبيعية. ونقطة نهاية المعايرة يتم تقديـرها بواسـطة دليل الميروكسيد murexide وهذا الدليل يكون معقد مع الكالسيوم حيث يقوم دليل

الميروكسيد بتكوين لون قرنفلي في المحلول. والمعقد المتكون مع الكالسيوم غير ثابت كما هو الحال في ارتـــباط ال EDTA بالكالســـيوم وفـــي عملـــية المعايرة فإن كميه صغيره من الميروكسيد تضاف إلي العينات حيث أن كمية من أيونات الكالسيوم تكون اللون القرنفلي. وعند إضافة ال EDTA فأنها تتفاعل مـــع الكالسيوم في المحلول لكي تكون ال Ca-EDTA مع ملاحظة أن الكالسيوم المرتبط بالدليل عند إضافة ال EDTA يترك صبغه الميروكسيد ويرتبط بالEDTA كما فى المعادلة الآتية:

$$Ca^{2+} + \underset{\text{Pink}}{Ca\ murexide} + EDTA \rightarrow Ca\ EDTA + \underset{\text{(orchid purple)}}{Murexide} \qquad (12\text{-}10)$$

وكـــل جـــزئ من ال EDTA يرتبط مع أيون واحد كالسيوم ولذلك فان ١ مل من ال EDTA والذي يساوى ١٠ر٠ مول وهو يساوى ١ مجم من كربونات الكالسيوم

$$0.01\ \text{millimole/ml} \times 100.1\text{mg of } CaCO_3 \text{ per millimole}$$
$$= 1\text{ mg of } CaCO_3 \text{ per mill/liter}$$

ولذلـــك فان محلول الEDTA والذي له مولا ريه مقدارها ١٠ر٠ مولر عاده يستخدم في المعايرة. فإذا افترضنا أن المعايرة التى أستخدم فيها ١٠٠ مل من الماء تحتاج إلى ٨٫٦٢ مل من ال EDTA والتي لهـــا مولا ريه مقدارها ٠٠٩٥٦ر٠ فإن ال Calcium hardness في هذه الحاله يمكن حسابها كما يلي :-

$$\text{Calcium hardness in Mg/ liter of } CaCO_3 = \frac{(\text{ml of EDTA})(\text{m})(100.1)(1000)}{\text{Sample volume in ml}} \qquad (12\text{-}11)$$

وإذا أردنـــا أن نحول ال Calcium hardness إلى تركيز أيونات الكالسيوم فانه يمكن توضيح ذلك كما يلي (١مجم/لتر من كربونات الكالسيوم)

$$1\text{mg/liter of } CaCO_3 \ \frac{40.1 \text{ mg of Ca per millimole}}{100.1 \text{ mg of } CaCO_3 \text{ per millimole}} = 0.400 \text{ mg/liter of } Ca^{2+}$$

وهذه المعادلة يمكن صياغتها في معادلة أبسط منها كما يلي :-

$$\text{Calcium ion in Mg/liter} = \text{Calcium hardness in mg/liter as } CaCO_3 \times (0.4)$$

كمـــا يمكـــن تحويـــل الكالسيوم في صورة أيونات Calcium ion إلى كالسيوم في صورة Calcium hardness وذلك طبقا للمعادلة التالية :-

$$\text{Calcium hardness in Mg/liter as } CaCO_3 = (Ca^{2+} \text{ in mg/ liter})$$

المحاليل اللازمة:-

١- محلول هيدروكسيد الصوديوم ١ع

ويحضر باذابة ٤٠ جرام من الصودا الكاوية في ١ لتر ماء مقطر ثم يحفظ في زجاجة بلاستيك

٢- محلول ال EDTA

ويحضر كما هو موضح في الجزء الخاص بالعسر Hardness

٣- دليل الميروكسيد murexide indicator

طريقة التقدير proccdure

يؤخذ ١٠٠ مل من عينة الماء وتوضع في دورق ٢٥٠ مل ثم يضاف اليها ٤ مل من الصودا الكاوية ١ ع ثم الرج ثم نضيف ١٠٠-٢٠٠ مجم من دليل الميروكسيد ونقلب ثم بعد ذلك نعاير بمحلول ال EDTA حيث يتحول اللون تدريجياً من اللون القرنفلى pink إلى اللون الأزرق Orchid purple وعند انتهاء التفاعل وهى النقطة التى عندها يتحول اللون إلى اللون الأزرق يقاس حجم الفرسين المستخدم في التعادل وبالتعويض في المعادلة السابقه نحصل على كمية عسر الكالسيوم.

٧- احتياجات الأكسجين للتفاعلات الكيميائية Chemical Oxygen Demand

يشير اصطلاح ال Chemical Oxygen Demand (COD) إلى كمية الاكسجين الكلية اللازمة لاتمام أكسدة كل المواد العضوية في العينة وتحويلها إلى غاز ثانى أكسيد الكربون وماء . ولذلك فان ال COD في عينة الماء يزيد بزيادة محتوى الماء من الماده العضويه. كما أن ال BODفي الماء يزيد بزيادة ال COD كما أن ال COD يمكن استخدامه كذلك في تقدير ال BOD. وقياس ال COD يعتمد أساساً على أن الماده العضوية الموجوده في عينة الماء تتأكسد إلى غاز ثانى أكسيد الكربون وذلك بفعل مادة مؤكسدة قوية وفى ظروف حمضيه.

وفى الطريقه التى سيتم شرحها في السطور التاليه فان البوتاسيوم داى كرومات تستخدم كماده مؤكسده وعند اضافة كمية معلومه من داى كرومات البوتاسيوم إلى العينة المحتويه على حمض الكبريتيك ثم تسخن العينة بعد ذلك وفي هذه الحاله تتأكسد المواد العضويه وتتحول إلى غاز ثانى أكسيد الكربون وماء فى حين أن الداىكرومات يتم أختزالها طبقاً للمعادلات التالية (مع ملاحظة أن هذه المعادلات غير متزنه)

$$\text{Organic matter} + CrO_7^{2-} + H+ \rightarrow 2\,Cr^{3+}\ CO_2 + H_2O \qquad (12\text{-}12)$$

وكمية الداى كرومات الزائده يمكن قياسها بواسطة عملية التعادل الراجعى باستخدام Ferrous ammonium sulfate باستخدام ال Ferroin وهوعباره عن دليل مؤكسد مختزل. وذلك لتوضيح نقطة انتهاء التفاعل.

$$6Fe^{2+} + CrO_7^{2-} + 14H^{+} \rightarrow 6Fe^{3+} + 2Cr^{3}+ + 7H_2O \qquad (12\text{-}13)$$

وكمـــية داى كـــرومات البوتاســـيوم المســـتهلكه فـــي أكسدة الماده العضوية يمكن حسابها في صورة ملليمكافــئات من داى كرومات البوتاسيوم والتى تضاف إلى العينة مطروحاً منها كمية ملليمكافئات ال Ferrous ammonium sulfate والمســـتخدمه فـــي الـــتفاعل الـــرجعي واللازمـــة لاخـــتزال كمية الداىكرومات الزائده. وبالرغم من أنه من النا حيه العملية فان الجواهر الكاشفه والكيماويات المستخدمة في التقدير وكذلك الأجهزه المستخدمة تحتوى على كميات بسيطة من المادة العضوية لذلك فمن الواجب عمل بلانك Blank كما هو موضح فيما بعد .

وكمـــية داى كرومات البوتاسيوم والمستخدمة في التفاعل تتحول بسهوله إلى مكافئات أكسجين ولذلك فان كل ١ ملليميكافئ من داى كرومات البوتاسيوم تساوى القوه المؤكسده لواحد ملليميكافئ ٨٫١ مجم أكسجين. وتحليل ال COD قد تطور وذلك لكى يستخدم في مياه الصرف Waste water والتى تحتوى على كميات كبيره من المواد العضوية وفى مثل هذه المياه فانه يستخدم ٢٠ مل من عينات الماء وداى كرومات البوتاسيوم ٠٫٢٥ ع وفىهذه الحاله فان كل ملليمتر من داى كرومات البوتاسيوم تستخدم فـــي المعايـــره تساوى ٢ مجم من الأكسجين (٠٫٢٥٤ ملليميكافئ/ مل داى كرومات البوتاسيوم ٨ مجم أكسجين/ملليميكافئ) أو ١٠٠ ملليجرام/لتر من ال COD اذا كان حجم العينة ٢٠ مل من الماء .

وبالـــرغم مـــن أن تركـــيز الماده العضوية منخفض في أحواض الاسماك كما أن تركيز داى كـــرومات البوتاسيوم المستخدمة في المعايرة منخفض لذلك فان ٠٫٠٢٥ع من داى كرومات البوتاسيوم يعتبر مناسب في المياه والتى تتميز بان نمو البلانكتون فيها متوسط أو بسيط. أما المياه التى يكون نمو البلانكـــتون فـــيها غزير فيستخدم محلول من داى كرومات البوتاسيوم ذو عيارية مقدارها ٠٫٠٥ ولكى نوضـــح طـــريقة حســـاب ال COD نفترض أننا استخدمنا ٢٠ مل من ماء العينة وعند أجراء عملية المعايـــره باســـتخدام ال Ferrous ammonium sulfate والذى عياريته ٠٫٠٢٣٢ فاذا كان حجم هذا المحلـــول والمســـتخدم للعيـــنه هو ٥٫٢٩ مل و ٩٫٦١ مل وذلك بالنسبه للبلانك وكمية ال Ferrous ammonium sulfate والـــتى تحـــتاج الـــيها في عملية المعايره وذلك للبلانك فانها تكافئ كمية داى كـــرومات البوتاسيوم المتاحة لكى تتفاعل مع الماده العضوية في العينة. ولذلك فان كمية داى كرومات البوتاسيوم المستهلكه في أكسدة الماده لعضوية في العينة نفسها تكافئ الفرق بين الكميه اللازمه لأكسدة عينة البلانك والكمية الازمة لأكسدة الماده العضوية في العينة نفسها.

وفـــى مثالـــنا فـــان ٤٫٣٢ مل من Ferrous ammonium sulfate (FAS) ٠٫٠٢٣٢ع تكافئ كمية داى كرومات البوتاسيوم المستهلكه وهذه الكمية يمكن تحويلها إلى COD في صورة مجم/ لتر من الأكسجين كما يلى :-

$$\text{COD in mg/liter} = \frac{(B-S)(N)(8)(1000)}{\text{sample volume in ml}} \qquad 12\text{-}14$$

حيث أن (B) هى عباره عن كمية ال (FAS) المستخدمة في معايرة عينة البلانك .

(S) هى عباره عن كمية ال (FAS) المستخدمة في معايرة العينة الأصلية.

(N) عيارية ال (FAS)

والكلوريـــد يـــتداخل تدريجياً مع ال COD وذلك لأن أكسدة الكلوريد بواسطة الداى كرومات البوتاسيوم يؤدى إلى اعطاء قيم عالية للمواد العضويه عن الواقع كما أن وجود النتريت Nitrites أيضاً يــؤدى إلـــى اعطاء نتائج أعلى من القيم الطبيعية وذلك لأنها تتأكسد وتتحول إلى نترات بواسطة الداى كـــرومات ولذلـــك يضاف حمض الكبرتيك وذلك لمنع التداخل الذي يحدث بواسطة النترات. وكبريتات الفضـــة يجب أن تضاف إلى محلول الهضم وذلك لتنشيط عملية أكسدة ال aromatic hydrocarbons وكذلك البيريدين pyridine.

<u>الأدوات المستخدمة :-</u>

ويســـتخدم في التقدير الجهاز الموضح في الشكل (٦٣) الذى يوضع على سطح ساخن ويتصل به مكثف ودورق سعته ١٢٥ مل ذو رقبه زجاجيه.

<u>المحاليل اللازمة للتقدير:-</u>

١- <u>محلول داى كرومات بوتاسيوم ١ ع :</u>

ويحضر باذابة كمية من داى كرومات البوتاسيوم لمدة ساعتين في فرن على ١٠٣ م ويبرد في مبرد ثم يـــذاب ٤٩٫٠٣٦ جـــرام من داى كرومات البوتاسيوم في دورق معياري ١ لتر ثم يكمل الدورق بالماء المقطر حتى العلامة.

٢- <u>محلـــول داى كـــرومات بوتاسيوم ٠٫٠٢٥ ع</u> ويتم تحضيره بتخفيف ٢٥ مل من المحلول ١ ع من كـــرومات البوتاسيوم مع ١٠٠ مل من ال Sulfuric acid ثم توضع هذه المواد في دورق معياري ١ لتر ثم يكمل الحجم بالماء المقطر .

٣- <u>محلول كبريتات الحديدوز النشادرية Ferrous ammonium sulfur solution</u>

ويحضر هذا المحلول باذابة ٩٫٨جرام من ال $Fe(NH_4)_2(SO_4)_2.6H_2O$ فيماء مقطر ثم نضيف ٢٠ مل من حمض الكبريتيك المركز ثم نسخن ونخفف الحجم بالماء المقطر حتى الوصول إلى حجم مقداره ١ لتر ثم نحفظ الدورق في الظلام وهذا المحلول يجب تحضيره يوميا.

٤- <u>دليل الفيرون</u> Ferroin indicator ويتم تحضير هذا المحلول بإذابة ١ر٨٨٧٧ جرام من مركب 1,10-phenathroline monohydrate ، ٠ر٧٠ جـرام مـن $FeSO_4.7H_2O$ في ١٠٠ مل ماء مقطر.

٥- مواد أخرى وهى كبريتات الفضة وكذلك ال Mercuric sulfate وكذلك حمض كبريتيك مركز.

٦- <u>طريقة التقدير</u> :-

<u>تحضـــير الزجاجـيات Preparation of Glassware</u>: قبل استخدام الجهاز يجب إستخدام محلول من الداى كرومات H_2SO_4-Na_2CrO_7 إلى داخل الجهاز وذلك لتنظيفه بعد ذلك نملئ الجهاز بالماء العادي وذلـــك لتنظيف الجهاز وتكرر هذه العملية ٢٠ مره ثم تغسل الجهاز بعد ذلك ثلاث مرات بالماء المقطر وذلـــك لإزالـــة أي آثـــار من الداى كرومات dichromate وبعد استعمال الجهاز يجب تغطية نهايات المكـــثف وذلك باستخدام رقائق من الألومنيوم وذلك لمنع تلوث الجهاز بالغبار وذلك في كل مره وعند إعادة استخدام الجهاز يجب تنظيف الدورق بنفس الطريقة والتي سبق أن شرحناها.

٢- <u>الهضم:</u>

وفـــى هذه العملية نقوم بنقل ٢٠ مل من العينة باستخدام ماصة مدرجه في دورق سعته ١٢٥ مل ثم نـــنقل إلى محتويات هذا الدورق ١٠ مل من داى كرومات البوتاسيوم ٠ر٠٢٥ ع ثم نضيف ٠ر٤ جرام مـــن كبريـــتات الفضـــة و٠ر٤٢ جرام من كبريتات الزئبق $HgSO_4$ بالإضافة إلى وجود بعض كرات الـــزجاج التى توضع في داخل الدورق ثم تضاف كبريتات الفضة وكذلك ال Mercuric ثم نضيف ٣٠ مـــل مـــن حمض الكبريتيك المركز بعنايه ثم التسخين وتستمر لمدة ساعتين ثم التبريد والغسيل بواسطة ٢٠ مـــل من الماء المقطر ثم نخرج الدورق من المكثف ثم نخفف محتويات الدورق وذلك بإستخدام ٨٠ مل من الماء المقطر ثم نقوم بإعداد واحد أو أكثر من محاليل البلانك وذلك باستخدام الماء المقطر.

٣-<u>معايرة العينات والبلانك titration of samples and blanks</u>

أضـــف نقطتيـــن من دليل ال ferroin إلى العينة المهضومة أو إلى البلانك ثم نعاير باستخدام كبريتات الحديدوز النشادرية ferrous ammonium sulfate واللون الاول للمحاليل سوف يختلف من اللون البرتقالى المصفر إلى الاخضر المزرق وبالرغم من أنه عند الوصول إلى نقطة نهاية التفاعل فان لـــون كـــل المحالـــيل يصـــبح أخضر مزرق فانه عند إنتهاء التعادل فان اضافة نقطة واحده من المادة المســـتخدمة في التعادل تؤدى إلى تحول اللون من الاخضر المزرق إلى البنى المحمر بعد ذلك نحسب ال COD.

٤-<u>تحضير محلول مبريتات الحديدوز النشادريه</u> Standardization of ferrous ammonium sulfate

نخفف ١٠ مل من داى كرومات البوتاسيوم ٠,٠٢٥ ع وذلك إلى ٤٥ مل باستخدام الماء فى دورق ثم نضيف ٣٠ مل من حمض الكبريتيك المركز ثم نأخذ هذا المحلول لعملية الهضم. وعند التبريد نضيف أثنين إلى ثلاث نقط من ال Ferroin indicator ثم تعادل باستخدام كبريتات الحديدوز النشادرية ferrous ammonium sulfate وبعد ذلك نحسب عيارية كبريتات الحديدوز النشادرية.

ملاحظات :

ان الطريقة التى استعرضناها في السطور السابقة معالجه للماء والذى يحتوى على كمية من ال COD أقل من ٧٠ مجم/لتر واذا أحتوت العينات على كميات كبيره من المادة العضوية فان عيارية داى كرومات البوتاسيوم يجب زيادتها كما أن قوة كبريتات الحديدوز النشادرية يجب زيادتها نسبيا لكى نحافظ على مستوى التعادل إلى كميات معقولة. وأهمية عملية غسيل الزجاجيات Glassware بواسطة الماء المقطر عملية هامة للغاية لان بقايا المواد العضوية تؤدى إلى سلسلة من الأخطاء والماء المنزوع الأيونات deionized water لايمكن استخدامه في هذه الطريقة في إعداد المحاليل المستخدمة أو في غسيل الأدوات المستخدمة وذلك لان هذا الماء يحتوى على المادة العضوية وهذا بالطبع يؤدى إلى إعطاء نتائج مخالفة للواقع .

طريقة الحرارة الناتجة من عملية التخفيف Heat of dillution procedure

في هذه الطريقة التى طورها (Boyd, 1979) فانه لايحدث انتاج حراره عند تخفيف حمض الكبريتيك المركز وذلك عند اضافته إلى العينة فضلا عن ذلك فان كبريتات الفضة لاتضاف في صورة حبيبات crystals وذلك لان هذه التعديلات لاتحتاج إلى أجهزه عاكسه كما أنها تعمل على توفير المواد الكيميائية لان كبريتات الفضة من المواد الكيميائية غالية الثمن. ولان الحرارة الناتجة عن التخفيف عند تقدير ال COD لاى عينة عادة ماتكون أقل من ال COD اللازم وذلك لحدوث عملية الاكسده للمادة العضوية عاده ما تكون غير كاملة وهناك علاقة بين كمية الحرارة الناتجة عن التخفيف وكذلك ال Standard COD وهذا ما يوضحه الشكل (٦٤) .

الطريقة Procedure

نظف الدورق كما سبق وشرحنا عند تقدير ال standard COD سعة ١٢٥ سم وباستخدام ماصة أسحب ٢٠ مل من العينة بالإضافة إلى ٢٠ مل من محلول داى كرومات البوتاسيوم ثم أنقل هذه المحاليل إلى الدورق ١٢٥سم وبعناية شديدة أضف ٣٠ مل من حمض الكبريتيك المركز إلى الدورق ثم غطى هذا الدورق بغطاء زجاجي نظيف ثم أترك هذا المحلول لمدة ٣٠ دقيقة .

خفف هذا المحلول بالماء المقطر حتى يصبح حجم المحلول في الدورق ٧٥سم ثم قم بالمعايرة وذلـــك باستخدام كبريتات الحديدوز النشادرية كما سبق وشرحنا في طريقة ال COD وبعد ذلك يحضر البلانك باستخدام ٢٠ مل من الماء المقطر وذلك بنفس الطريقة السابقة. وهذا البلانك يستخدم في حساب عـــيارية كبريتات الحديدوز النشادرية بعد ذلك نحسب ال COD مع مراعاة أن يتم طرح كمية المحلول التى استخدمت في معادلة العينة من الكمية التى استخدمت في معادلة البلانك.

تقدير الكلوريد Chloride

يتفاعل الكلوريد مع أيونات الفضه وذلك لتكوين كلوريد الفضه الغير ذائب كما هو موضح في المعادلة التالية :-

$$2\,Cl^{-} + Hg^{2+} ==== HgCl_2 \qquad 12\text{-}15$$

طريقة التقدير:

١- بواسطة ماصة نظيفة إنقل ٢٠ مل من ماء الحوض إلى جفنة نظيفة ثم يضاف حوالى ١٠ مل ماء مقطر.

٢- يضاف حوالى ٣ نقط من دليل كرومات البوتاسيوم.

٣- بالإســتعانة بمحرك زجاجى تنقط محتويات الجفنة بمحلول نترات الفضة المعلوم العيارية من السحاحة حتى أول نقطة تعمل على إعطاء لون أحمر طوبى ثابت.

٤- تعمل تجربة مقارنة بإستعمال ١٠ مل ماء مقطر بدلاً من ماء الحوض وبإتباع نفس الخطوات السابقة.

٥- يطـــرح حجم نترات الفضة المستعمل فى تجربة المقارنة من الحجم المستخدم مع ماء الحوض ينتج الحجم الذى لزم فعلاً لترسيب الكلوريد.

طريقة الحساب:

نفرض أن الحجم المستخدم مع ماء الحوض = (أ) مل.

الحجم الذى لزم فى تجربة المقارنة = (ب) مل.

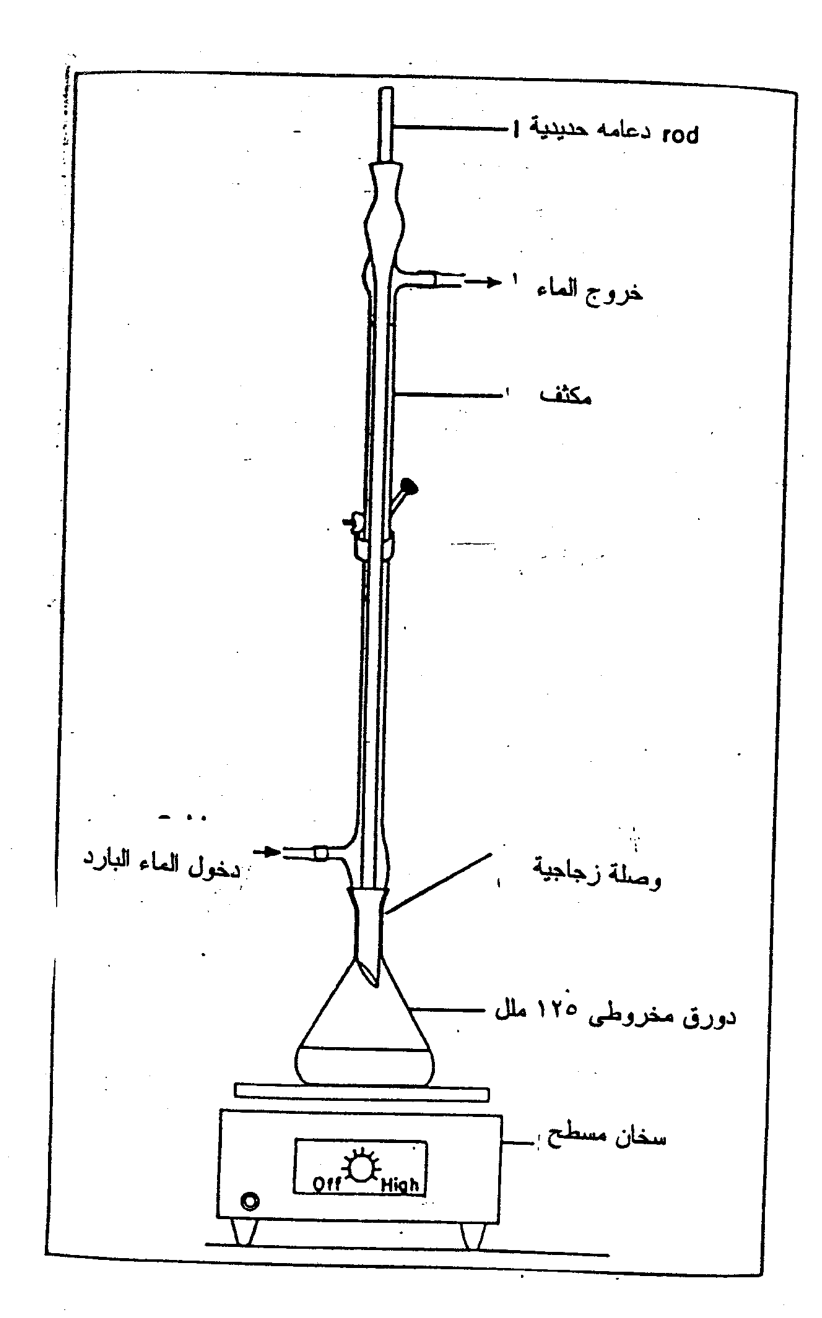
الحجم الذى رسب الكلوريد = (ا – ب) مل.

عدد مكافئات الكلوريد فى ٠٠ مل = (ح × ع) = (ا – ب) × عيارية النترات

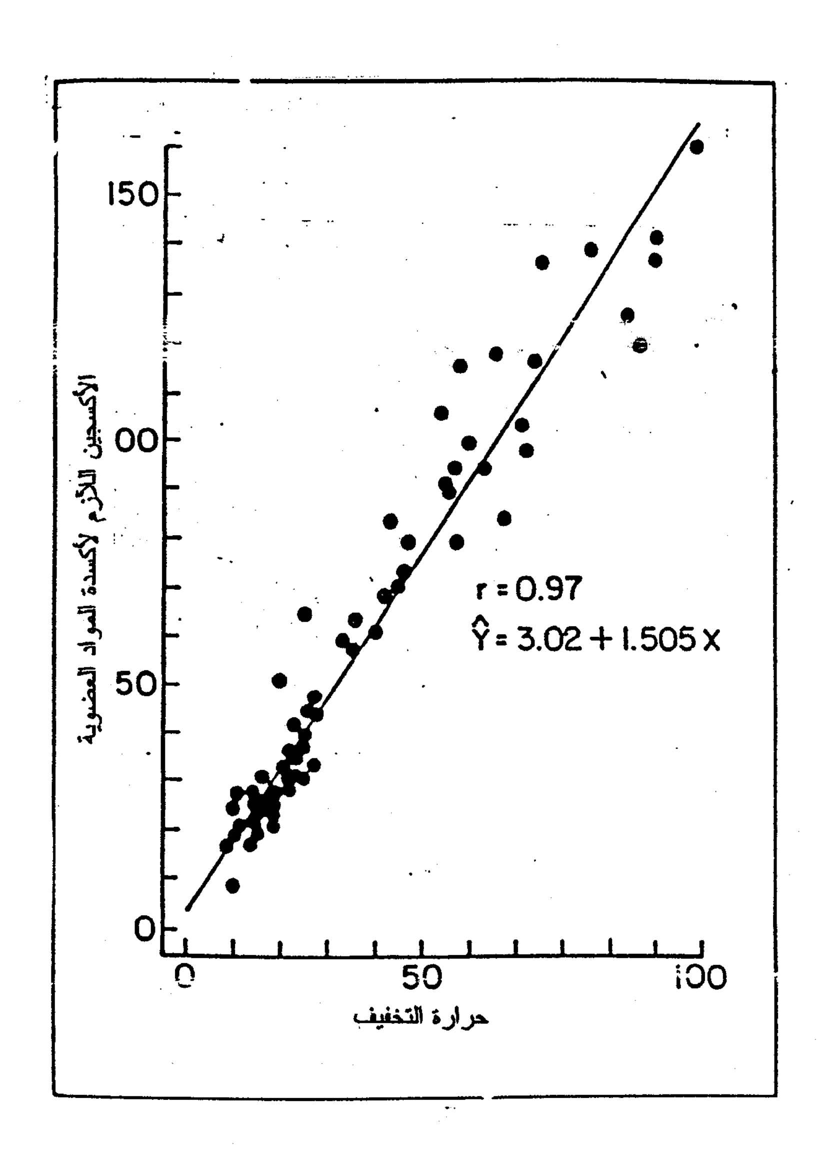
الوزن بالجرام = عدد المكافئات × الوزن المكافئ = عدد المكافئات × ٥٨٫٥

تقدير الكلورين Chlorine

هـــناك طـــرق عديدة تستخدم في تقدير الكلورين ونواتج تفاعلها في الماء وبالرغم من أن بقايا الكلورين chlorine residuals وكذلـــك ال chloramines تعتبر سامه للأسماك لذلك فان منتجي الأسماك عاده ما يهتمون بقياس الكلورين الكلى وطريقة ال DPD طريقة سريعه وحقيقية وذلك لتقدير الكلورين . ففي



شكل (٦٣): جهاز تقدير الأكسجين اللازم لأكسدة المواد العضوية



شكل (٦٤): العلاقة بين درجة حرارة التخفيف وتقديرات الأكسجين اللازم لأكسدة المواد العضوية COD

حالـــة وجـــود كميات يود كبيره فان الكلورين وكذلك الكلور أمين chloramines (انظر الباب الثاني) هـــذه المركبات تتفاعل مع مادة N- diethyl-p-phenylen ediamine (DPD) وذلك لتكوين اللون الأحمر.

وهـــذا اللون يجب تكسيره والتخلص منه وذلك باستخدام المعايرة باستخدام محلول قياسي من كبريـــتات الحديـــدوز النشادرية Ferrous ammonium sulfate والذي يختزل الكلورين وهذا التفاعل يـــؤدى إلى انطلاق الكلوريد. وهناك مجموعة من التفاعلات تحدث في هذه الخطوه يمكن تلخيصها في معادلة واحدة كما يلي :-

$$\text{Chlorine DPD (red)} + Fe^{2+} \rightarrow Cl^- + Fe^{3+} + \text{DPD (colorless)} \qquad 12\text{-}15$$

وكـــل ملليميكافـــئ مـــن الكلورين والموجود في صورة بقايا كلورين حر أو في صورة chloramines تتفاعل مع ملليميكافئ واحد من كبريتات الحديدوز النشادرية

كـــل ١٠٠ مل من العينة تأخذ ٦٫٢٥ مل من محلول كبريتات الحديدوز النشادرية ٠٫٠٠٢٨٢ ع وذلك للمعايرة . ويمكن حساب تركيز الكلورين كما يلي :-

$$\text{Total chlorine in mg/ liter} = \frac{\text{(ml of FAS)(N)(35.45)(1000)}}{\text{Sample volume in ml}}$$

<u>المحاليل المستخدمة في التقدير:</u>

١-محلول منظم Buffer solution

ويحضـــر باذابـــة ٢٤ جرام من فوسفات الصوديوم الهيدروجينية Na_2HPO_4 و٤٦ جرام من فوســـفات البوتاسيوم الأيدروجينيه KH_2PO_4 في ٥٠٠ مل من الماء المقطر في دورق معياري سعة ١ لتر. ثم أضافة ٢٠ مجم من ال Mercuric chloride ثم أذب٠٫٨ جرام من الفرسين (EDTA) Ethylene diamine tetraacetic acid disodium saltفـــي حوالـــي ١٠٠ مل من الماء المقطر ثم ضف هذا المحلول إلى الدورق المعيارى سعة ١ لتر والذى أذيب فيه المحاليل السابقة ثم أكمل حجم هذا الدورق بالماء المقطر حتى العلامة .

٢-DPD indicator

ويحضـــر باذابـــة ١ جرام من N, N- diethyl-p-phenyle ediamine oxalate (DPD oxalate) فـــي ٥٠٠ مـــل مـــاء مقطر في دورق معياري ١ لتر ثم أضف ٨ مل من محلول حمض الكبريتيك المحضر بإضافة ١ جزء إلى ثلاث أجزاء من الماء المقطر. وفى الخطوه التالية نضيف ٢٠٠ مجـــم من ال EDTA ثم نخفف هذا المحلول في دورق معياري ١لتر ونخزن هذا المحلول في زجاجة

معـــتمة وبمجـــرد أن يـــتحول لون المحلول أو بمجرد أن يتغير لون المحلول يجب تغييره فوراً وعدم استعماله .

٣ - محلول Standard ferrous Ammonium sulfate 0.00282 N

ويحضـــر هـــذا المحلول بإذابة ١٫١٠٦ جرام من $Fe(NH_4)_2(SO_4)_2.6H_2O$ في حوالى ٥٠٠ مل من المـــاء المقطر في دورق معياري سعة ١ لتر. ثم نضيف ١مل من المحلول المحضر بإضافة جزء من حمض الكبريتيك المركز إلى ثلاث أجزاء ماء مقطر ثم نخفف المحلول إلى ١ لتر وذلك بالماء المقطر. ويجب تحضير هذا المحلول كل ٣-٤ أسابيع .

طريقة التقدير Procedure

يؤخذ ٥مل من المحلول المنظم ، ٥ مل من دليل DPD ثم يوضعا في دورق مخروطي ٢٥٠ مـــل ثـــم التقليب. بعد ذلك نأخذ ١٠٠مل من الماء وذلك باستخدام مخبار مدرج ثم تنقل هذه الكمية من الماء إلى الدورق ثم نخلط العينة مع المحلول المستخدم بعد ذلك نضيف ١جرام من يوديد البوتاسيوم في صـــورة بللورات تخلط جيداً وذلك حتى تذوب هذه البلورات بعد ذلك نقوم بإجراء عملية المعايرة وذلك باستخدام محلول ال Ferrous Ammonium sulfates حتى يختفي اللون الأحمر.

العسر Hardness

أن تركـــيز الكالســـيوم + تركـــيز الماغنسيوم في صورة مكافئات من كربونات الكالسيوم عاده ما تؤخذ كمقـــياس للعســـر الكلى. كما أن أيونات العناصر المعدنية الأخرى تساهم في حساب العسر الكلى ولكن تركـــيز أيونات هذه العناصر لايكون كبيراً في المياه الطبيعية. وأيونات الكالسيوم والماغنسيوم عاده ما يـــتم معادلتها باستخدام دليل أو مادة كيمائية مركبه وهى الفرسين EDTA وذلك لتكوين مركبات ثابته وهى فرسينات الكالسيوم CaEDTA وفرسينات الماغنسيوم Mg EDTA ونقطة أنتهاء التفاعل يمكن معرفـــتها أو الحصـــول علـــيها وذلـــك باســـتخدام دلـــيل مركـــب وهـــو ايروكـــروم بـــلاك تـــى (Eriochrome black T) فإذا ما أضيفت كميه من هذا الدليل في عينه من الماء تحتوى على محلول مـــنظم على درجة حموضة pH مقدارها ١ فان ذلك سوف يؤدى إلى تكوين لون أحمر وذلك باتحاده مـــع أيونـــات الكالسيوم والماغنسيوم وعند إجراء عملية المعايرة فان ال EDTA سوف تتحد أولاً مع أيونات الكالسيوم و الماغنسيوم الحرة أولاً ثم ترتبط بعد ذلك مع أيونات الكالسيوم والمغنيسيوم المرتبطة بالدلـــيل (ايروكروم بلاك تى) مكونه بذلك مركبات معقده من الفرسين مع الكالسيوم والماغنسيوم وعند اتحـــاد كل الكالسيوم والماغنسيوم مع الفرسين يتحول لون المحلول إلى اللون الأزرق والمعادلات الآتيه تلخص عملية المعادلة أو المعايرة كما يللي :-

Ca +Mg + Ca and Mg Eriochrome black T أحمـــر + EDTA → CaEDTA
+Mg EDTA + Eriochrome black Tأزرق (12-16)

ومـــادة الفرسين EDTA أو محلول الفرسين والذى حجمه ١ مل يكافئ ١ ملليجرام كربونات كالسيوم هو ذلك المحلول الذي عياريته ٠١ر٠ مولر وهذا راجع إلى أن الوزن الجزئي للفرسين يتفاعل مع الوزن الذرى للكالسيوم والماغنسيوم وكذلك الوزن الذرى لكل من أيونات القلوي وهذا يكافئ الوزن الجزئي لكربونات الكالسيوم وهو ١ر١٠٠ ولذلك فان المحلول الذي له مولاريه تقترب من ٠١ر٠ مولر عـــاده مـــا يستخدم في معايرة العسر الكلى وإذا أفترضنا أن ١٠٠ مل من العينة استخدمت في التقدير وهـــذه الكمـــية احتاجـــت إلى ٢٩ر٨ مل من الفرسين ١٢١٠ر٠ مولر وذلك لعملية المعايرة ولذلك فان العسر الكلى (مجم/لتر) يمكن تقديرها كالآتي:

(0.0121 millimole/ Ml EDTA)(8.29 ml of EDTA) = 0.100 millimole EDTA

الباب الثالث عشر

التلوث Pollution

الـــتلوث هو التغير الحاصل فى الصفات الطبيعية والكيماوية البيولوجية للماء. والأحواض السكمية عادة تقـــام فـــى مناطق بعيدة عن التلوث الصناعى والتلوث الزراعى وخاصة الكيماويات المستخدمة فى مقاومة الآفات التى يمكن أن تصل للأحواض عن طريق المياه الجارية أو الجرف.

وكثير من هذه الكيماويات سامة بالنسبة للأسماك. شدة السمية لمقاومة الحشرات ٥-١٠ ميكروجرام/لتر ولكـــن أقل تركيز يمكن أن يكون سام للأسماك يتوقف على طول مدة التعرض. ويؤدى التلوث إلى تحطيم المجـــتمع السمكى وكذلك الكائنات الغذائية الموجودة والزريعة والبيض وعلى هذا فالأحواض التى تقام فى المناطق الزراعية غالباً ماتتلوث إلى درجة معينة بواسطة الكيماويات المستعملة فى مقاومة الحشرات.

ولحماية الأحواض السمكية من هذه الكيماويات يجب أن تكون المسافة بين المناطق المعاملة بالكيماويات والأحـــواض كبـــيرة. وعـــدم معاملـــة المـــناطق الخضراء بين الأحواض بالمواد الكيماوية. وتحتوى هذه الكـــيماويات فـــى بعـــض المناطق على معادن ثقيلة مثل الزرنيخ والرصاص هذه المعادن يمكن أن تصل للأحواض فتؤدى إلى قتل الأسماك أو تؤثر على الإنتاج. ويمكن حصر أنواع الملوثات فى البيئة المائية كما يلى:

١- المبيدات بأنواعها.
٢- الهيدروكربونات النفطيه.
٣- المخلفات المعدنية كالمعادن الثقيلة.
٤- نفايات المواد المشعة.
٥- النفايات الناتجة من محطات توليد الطاقة الكهربائية.
٦- نفايات الصرف الصحى.
٧- مخلفات مصانع الكيماويات.
٨- المواد الغير عضوية كالطمى.

رصد التلوث:

يمكن معرفة درجة تلوث الماء بإستخدام الطرق الآتية:-

١

١- الفحص الطبيعى للمياه لملاحظة التغير فى اللون ودرجة الحرارة ودرجة التعكر.

٢- الفحص البيولوجى لتحديد نوع ودرجة التلوث.

٣- الفحـص الكيماوى لملاحظة العناصر والمركبات الكيماوية العضوية والغيرعضوية والمحتمل وجودها فى الماء.

تأثير التلوث على الأسماك:

١- نقص فى نمو وتكاثر الأسماك.

٢- قد يحدث تغير فى مذاق بعض الأسماك نتيجة لتراكم الملوثات فى جسم الأسماك.

٣- قد تؤدى التركيزات السامة من الملوثات إلى موت الأسماك.

والجـدول رقـم (٢٨) يبيـن أهم أنواع المبيدات الحشرية المستخدمة والتى يمكن أن يكون لها تأثيرات مباشـرة أو غـير مباشـرة على الكائنات المائية بأحواض المزارع السمكية أو المسطحات المائية فى المناطق القريبة من إستخدامها.

جدول (٢٨): أهم المبيدات الحشرية المستخدمة

أولاً: المركبات الهيدروكلورينية	ثانيا: المركبات الفوسفورية العضوية (٥٦ مركب)	ثالثاً: مركبات الكارباماتات
١- مركبات ال د.د.ت (٢٢ مركب)	١- الملاثيون (٣ مركبات)	١- البايجون
٢- ال د.د.ت	٢- البارثيون (٢٠ مركب)	٢- الكارباريل
٣- الديلان	٣- الديازينون (٤ مركبات)	٣- الهيركيوليز ٩٦٩٩
٤- الميثوكسى كلور	٤- التراى كلوفون (٤ مركبات)	٤- ال ٥.ار.اس
٥- البيرثان	٥- الكيومافوس (٥ مركبات)	٥- الأيسولان
٦- مركبات سادس كلوريد البنزين	٦- الديمساثيون (٦ مركبات)	٦- الماتاسيل
٧- مركبات النفثالين	٧- الشرادان (٨ مركبات)	٧- الموبام
٨- مركبات الكلوردان (٤ مركبات)	٨-ال تى. اى. بى. بى (١٧ مركب)	٨- التيميك
٩- مركبات الأندوسلفان (٤ مركبات)	٩- أثيل أزينوفوس (٢ مركب)	٩- الترانيد
١٠- الهبتاكلور (٣ مركبات)	١٠- ميثيل الأزينوفوس (٣ مركبات)	١٠- الزينيب
١١- ال تي. دى . أى		
١٢- مركبات الكامفين الكلوريدى (التوكسفين – الستروبان)		

وبالنســـبة للعناصـــر المعدنية التى تؤثر على الأسماك وكذلك البيئة المائية التى تعيش فيها فقد وجـــد أن للكلور تأثيرات مميته على الأسماك ويتوقف هذا التأثير حسب عمر الأسماك ونوعها حيث ان وجوده بتركيز ٣ر٠ملجم/لتر لمدة ٣-٤ ساعات أدى إلى موت أصبعيات السالمون وكذلك وجد أن ثعبان الســـمك يمـــوت عند التعرض لتركيز من الكلور يصل إلى ١ر٠ملجم/لتر لمدة ١٠ ساعات وذلك لتأثيره المباشر على الإنزيمات الموجودة داخل الخلايا الحية والأنسجة الطلائية للخياشيم وعامة يتراوح التركيز السام للكلور مابين ٢٨ر٠- ٢٨ر٠ ملجم/لتر.

أمـــا بالنسبة للزنك فإن التركيزات العالية منه فى الماء (٥ مجم/لتر) تكون ذات سمية مباشرة للحياه المائية حيث أن هذا المستوى منه فى الماء يؤدى إلى ظهور بعض أعراض التسمم على الأسماك مـــثل قتامة لون الجسم وإنتفاخ الصفائح الخيشومية وتلفاً فى الجهاز العصبى وفقدان القدرة على الإتزان مـــع إنخفاض فى تركيز الأملاح فى الدم مما يؤدى إلى الوفاه – أما النحاس فالتركيز السام منه بالنسبة للأســـماك فهـــو يتراوح بين ٠٠٢ر٠- ٠٠١ر١ ملجم/لتر وتختلف التأثيرات السامه له من نوع لآخر من الأســـماك بالإضافه إلى درجة حرارة الماء وتركيز الأكسجين الذائب وتركيز أيون الهيدروجين ودرجة عســـر المـــاء والملوحة والمواد العضويه بالماء -ويؤدى التسمم بالنحاس إلى تلف الخياشيم نتيجة زيادة إفراز المخاط مع خلل فى وظائف الكبد والكلية مع إختناق الأسماك.

والكادمـــيوم يعتبر من العناصر السامة حيث يوجد فى بعض الأسمدة الفوسفاتية وهو يوجد فى المـــياه الطبيعية بمعدلات ١١ ميكروجرام/لتر أما المياه الملوثه به فتحتوى على تركيزات أعلى من ذلك وتـــؤدى التركـــيزات العالـــيه مـــنه إلى تراكمه فى الخياشيم والكلى والكبد مؤدياً إلى خلل فى التنظيم الأســـموزى بجســـم الأســـماك وموت الأسماك نتيجة تلف الجهاز العصبى والكبد والمخ والكليه. ويبين جـــدول (٢٩) تقسيم العناصر المعدنية تبعاً لسميتها أما جدول (٣٠) فإنه يبين تركيزات بعض العناصر المسموح بها فى الماء وفى أجسام الأسماك الرطبه محسوبة كجزء فى المليون.

جدول (٢٩) تقسيم العناصر المعدنية تبعاً لسميتها

عناصر غير حرجة	عناصر سامه جدا	عناصر سامه ولكنها غير ذائبة
الصوديوم Na	الكوبلت Co	التيتنيوم Ti
البوتاسيوم K	النيكل Ni	الهافنيوم Hf
الماغنسيوم Mg	النحاس Cu	النوبليوم Nb
الكالسيوم Ca	الزنك Zn	التانتليوم Ta
الهيدروجين H	القصدير Sn	الرهنيوم Re
الأوكسجين O	الخارصين As	الجاليوم Ga
النيتروجين N	السلينيوم Se	الراديوم Rh
الكربون C	التليوريوم Te	الراثيوم Ru
الفوسفور P	البليديوم Pd	الباريدم Ba
الحديد Fe	الفضه Ag	الانثاليوم La
الكبريت S	الكادميوم Cd	الوولفرام W
الكلور Cl	البلاتينيوم Pt	الزركينيوم Zr
البرومين Br	الذهب Au	النيوبيوم Nb
الليثيوم Li	الزئبق Hg	الأوزميوم Os
الرابديوم Rb	الرصاص Pb	الأريديوم Ir
السترنشيم Sr	الأنتيمون Sb	
الألومنيوم Al	البرموت Bi	
السليكون Si		
الفلور Fl		

جدول (٣٠): الحدود المسموح بها من بعض العناصر المعدنيه فى الماء وفى أجسام الأسماك الطازجة (جزء فى المليون).

العناصر المعدنيه	المستوى المسموح به فى الماء	المستوى المسموح به فى أجسام الأسماك الطازجة
النحاس	١,٠٠	٢٠,٠٠
الزنك	٥,٠٠	٤٠,٠٠
النيكل	٠,٠١	١٠,٠٠
الكادميوم	٠,٠١	٠,٥٠
الحديد	٠,٣٥	٣٠,٠٠
الرصاص	٠,١٠	٢,٠٠

صفات مياه البحار Properties of sea water

هناك بعض الصفات التى تجمع مياه البحار مع المياه العذبة إلا أن مياه البحار تتميز بأنها تتكون من ٥,٩٦% مـياه ، ٣,٥% أملاح إلا أن هذه النسب قد تتغير خاصة عند الشواطئ نتيجة البخر حيث يؤدى البخر إلى زيادة نسبة الملوحة وعلى العكس فإن تدفق مياه الأنهار فى البحار إلى إنخفاض الملوحة عند مصبات هذه الأنهار.ويمثل عنصرى الصوديوم والكلور ٨٦% من أيونات أملاح مياه البحار بينما تمثل الكبريـتات والماغنسـيوم والكالسيوم والبوتاسيوم حوالى ١٣% وتمثل باقى اللأيونات ١% من أيونات أملاح مياه البحار كما يتضح من الجدول (٣١).

ويوضح الجدول رقم (٣٢) صفات المياه القياسية الأزمة للمزارع السمكية

جدول (٣٠): العناصر المعدنيه فى مياه البحار.

العنصر	التركيز (جزء فى المليون)
الكلوريد	١٨٩٨٠
الصوديوم	١٠٥٦٠
الكبريتات	٢٥٦٠
المنجنيز	١٢٧٢
الكالسيوم	٤٠٠
البوتاسيوم	٣٨٠
البيكربونات	١٤٢
البروميد	٦٥
الأسترانشيوم	١٣
البورون	٤٫٦
الفلوريد	١٫٤
الروبيديوم	٠٫٢
الألومونيوم	٠٫١٦-١٫٩
الليثيوم	٠٫١
الباريوم	٠٫٠٥
اليود	٠٫٠٥
السليكات	٠٫٠٤-٨٫٦
النيتروجين	٠٫٠٣-٠٫٩
الزنك	٠٫٠٠٥-٠٫٠١٤
رصاص	٠٫٠٠٤-٠٫٠٠٥
سيلينيوم	٠٫٠٠٤
الأرسينيك	٠٫٠٠٣-٠٫٠٢٤
النحاس	٠٫٠٠١-٠٫٠٠٩
الحديد	٠٫٠٠٢-٠٫٠٠٢
السيزيوم	٠٫٠٠٢
المنجنيز	٠٫٠٠١

تابع جدول (٣٠): العناصر المعدنيه فى مياه البحار.

الفوسفور	٠ر٠٠١-٠ر٠١
الزئبق	٠ر٠٠٠٣
اليورانيوم	٠ر٠٠١٥-٠ر٠٠١٦
الكوبالت	٠ر٠٠٠١
النيكل	٠ر٠٠١-٠ر٠٠٥
الراديوم	$٨x١٠^{-١١}$
الكادميوم	-
الكروميوم	-
التيتانيوم	آثار

جدول (٣٢): صفات المياه القياسية اللآزمة للمزارع السمكية (U.S. EPA 1979-1980)

القلويه (عسر كربونات الكالسيوم)	٢٠ جزء فى المليون على الأقل
الألومونيوم	أقل من ١ جزء فى المليون
الأمونيا	أقل من ٠٢ر٠ جزء فى المليون
الباريوم	٥ جزء فى المليون
الكادميوم (قلويه أقل من ١٠٠)	٠ر٠٠٠٥ جزء فى المليون
الكادميوم (قلويه اكبر من ١٠٠)	٠ر٠٠٥ جزء فى المليون
الكالسيوم	٥٢ جزء فى المليون على الأقل
الكلوريد	أقل من ٠ر٠٠٣ جزء فى المليون
الكروميوم	٠ر٠٣ جزء فى المليون
ثانى أكسيد الكربون	١ر٥ جزء فى المليون
النحاس (قلويه أقل من ١٠٠)	٠ر٠٠٦ جزء فى المليون
النحاس (قلويه اكبر من ١٠٠)	٠ر٠٣ جزء فى المليون
الأكسجين الذائب	٧٥% من درجة التشبع (يجب ألا يقل عن ٥ جزء فى المليون

تابع جدول (٣٢): صفات المياه القياسية اللآزمة للمزارع السمكية (U.S. EPA 1979-1980)

الفلوريد	أقل من ٥ر٠ جزء فى المليون
سيانيد الأيدروجين	أقل من ٠٠٥ر٠ جزء فى المليون
كبريتيد الأيدروجين	أقل من ٠٠٣ر٠ جزء فى المليون
الحديد	أقل من ١ر٠ جزء فى المليون
الرصاص	أقل من ٠٢ر٠ جزء فى المليون
الماغنسيوم	أقل من ١٥ جزء فى المليون
المنجنيز	أقل من ٠١ر٠ جزء فى المليون
الزئبق	أقل من ٢ جزء فى المليون
النترات	أقل من ٠ر١ جزء فى المليون
النيتريت	أقل من ٠ر١ جزء فى المليون
النيكل	أقل من ٠١ر٠ جزء فى المليون
درجة الحموضه pH	٧ر٦-٦ر٨
البوتاسيوم	أقل من ٠ر٥ جزء فى المليون
الملوحة	أقل من ٥ جزء فى الألف
السيلينيوم	أقل من ٠١ر٠ جزء فى المليون
الفضه	أقل من ٠٠٣ر٠ جزء فى المليون
الصوديوم	أقل من ٧٥ جزء فى المليون
الكبريت	أقل من ١ جزء فى المليون
الكبريتات	أقل من ٥٠ جزء فى المليون
المواد الصلبة الذائبة الكلية TDS	أقل من ٤٠٠ جزء فى المليون
المواد العالقه الكليه TSS	أقل من ٨٠ جزء فى المليون
اليورانيوم	أقل من ١ر٠ جزء فى المليون
فانديوم	أقل من ١ر٠ جزء فى المليون
الزنك	أقل من ٠٠٥ر٠ جزء فى المليون

المراجع العربية

-ا.د/ نبيل فهمى عبد الحكيم – ا.د سنى الدين صادق (١٩٨٧) الطبعة الرابعة الأسس العلمية لإنتـــاج وتربيـــة الأسماك –القاهرة ، جمهورية مصر العربية، ٣٠٣ صفحة.

– د محمد نجيب بكير (١٩٨٨) – (مذكرات) مقاومة الحشائش المائية.

-ا.د/ نبيل فهمى عبد الحكيم و د هشام شكرى محمد صالح (١٩٩٣) المدخل العلمـــى لفســيولوجيا وبيولوجيـــا الأسماك رقم الإيداع بدار الكتب المصرية ٢١١٦/ ١٩٩٣.

-ا.د/ نبيل فهمى عبد الحكيم وآخرون (١٩٩٣)

مياه المزارع السمكية وطرق معالجتها- رقم الإيداع بدار الكتب المصرية٨٧١٨/٩٣- الرقم الدولــى ٨-٥٩٤٩-٠٠-٩٧٧.

-ا.د/ نبيل فهمى عبد الحكيم (١٩٩٤) إنتاج الأسماك –القاهرة ، جمهورية مصر العربية، ٢١٦ صفحة.

-ا.د/ نبيل فهمى عبد الحكيم – ا.د سنى الدين صادق (٢٠٠١) الطبعة الرابعة أسس إنشاء المزارع الســـمكية – رقم الإيداع بدار الكتب المصرية١٦١٤/ ١٩٨٩.

– د/ محمد نجيب بكير (١٩٩٩) – (مقالات بحثية) – حلقة المقاومة البيولوجية فى الاســـتزراع الســـمكى – العدد الرابع عشر مجلة إشراقة الزراعية – صفحة٢٢-٢٣.

المراجع العربية

-ا.د/ نبيل فهمى عبد الحكيم – ا.د سنى الدين صادق (١٩٨٧) الطبعة الرابعة الأسس العلمية لإنتـــاج وتربيـــة الأسماك –القاهرة ، جمهورية مصر العربية، ٣٠٣ صفحة.

– د محمد نجيب بكير (١٩٨٨) – (مذكرات) مقاومة الحشائش المائية.

-ا.د/ نبيل فهمى عبد الحكيم و د هشام شكرى محمد صالح (١٩٩٣) المدخل العلمـــى لفســيولوجيا وبيولوجيــا الأسماك رقم الإيداع بدار الكتب المصرية ٢١١٦/ ١٩٩٣.

-ا.د/ نبيل فهمى عبد الحكيم وآخرون (١٩٩٣)

مياه المزارع السمكية وطرق معالجتها– رقم الإيداع بدار الكتب المصرية٩٣/٨٧١٨– الرقم الدولـى ٨-٥٩٤٩-٩٧٧-٠٠.

-ا.د/ نبيل فهمى عبد الحكيم (١٩٩٤) إنتاج الأسماك –القاهرة ، جمهورية مصر العربية، ٢١٦ صفحة.

-ا.د/ نبيل فهمى عبد الحكيم – ا.د سنى الدين صادق (٢٠٠١) الطبعة الرابعة أسس إنشاء المزارع الســمكية – رقم الإيداع بدار الكتب المصرية١٦١٤/ ١٩٨٩.

– د/ محمد نجيب بكير (١٩٩٩) – (مقالات بحثية) – حلقة المقاومة البيولوجية فى الاســـتزراع الســمكى – العدد الرابع عشر مجلة إشراقة الزراعية – صفحة٢٢-٢٣.

-المراجع الأجنبية.

Abdel-Hakim, N.F and A. F. Hafez (1995): Effect of poultry manure levels on growth performance of silver carp, Egypt. Agric. Res., 73(2), 1995, 533-543.

Abdel-Hakim, N.F and A. F. Hafez, El – Helali . E. A. and A. A. Hassan (2000): Effect of poultry dry manure (PDM) levels on silver carp performance, Egypt. Agric. Res., 78(2), 2000, 893-917.

Abdel-Hakim, N.F., E. Ahelaly., Abdel Baset. A. and G.H. Zaza (1993): Effect of feeding different dried manure soures on performance of growing catfish (*Clarias lazera*) J. Agric. Sci. Mansura Unv.18(11): 3249- 3256.

Abdel-Hakim, N.F.,Bakeer, M. N. and Soltan, M. A.(1999 :(Integrated fish culture with farm animals.Annals of Agric. Sc., Moshtohor, Vol. 37(2): 1001-1015.

Abdel-Hakim, N.F.,Bakeer, M. N. and Soltan, M. A.(2000 :(Effect of two manuring systems on water quality and plankton communities in fishponds. Conference of Social and Agricultural Development of Sinai, (d 43-59) ١٤٧ - ١٥٨.

Abeliovich, A :(١٩٦٩) .Water Blooms of Blue- Gren Algea ad Oxygen Regime in Fish ponds. Verh. Int. Verein. Limnol., 17: 594-601.

Adelman. I .R. and L. L. Smith.J.R.(1970): Effect of Hydrogen Slfide on Northen Pike eggs and Sae fry.Trans. Amer. Fish. Soc., 99: 501- 509.

Alabster, J. S. and Lloyd, R. (1982): Water Quality Criteria for Freshwater Fish. 2nd ed. The University Press, by butterworths London- Boston. Cambridge. 361 PP.

Arce, R. G. and C. E. Boyd. (1975): Effects of Agricultural Limestone on water Chemistry, phytoplankton productivity, and fish production in soft water ponds. Trans. Amer. Fish. Soc.,104: 308 -312

Association of Official Analysis Chemists (AOAC). (1990): Official Methods of Analysis, 15th edo ,pp 1298, Virginia.

American Public Health Association A.P.H.A., American Water Works Association and Water Pollution Control Federation.(1975): Standard Methods for the Examination of water and wastewater,14 th ed. APHA, Washington, D.C. 1193 PP.

American Public Health Association A.P.H.A. (1985): Standard method for the examination of water and waste water. Ed. American Public Health Association . Washington. pp. 1268.

Bardach, J. E., J. H. Ryther, and W. O. Mclearney. (1972) .Aqucalture. Wiley-Intrscience. N. Y. 868 PP.

Baric, J. (1975): Summerkill Risk in Prairie ponds and Possibilities of its Prediction. J. Fish. Res. Bd. Canada, 32: 1,283- 1,288.

Beasley, P. G. (1983 : The Pentration of Light and the Concantration of DISSOLVED Oxygen in Fertillized pcnd water infested with Microcystis. Proc. Ann. Conf. Southeastern Assoc. Game and Fish. Comm., 17: 222 - 226.

Bouldin, D. R., R. L. Johnson, C. Burda, and C. KAO. (1974): Losses of Inorganic Nitrogen from Aquatic Systems. J. Environ. Qual., 3: 107-114.

Boyd, C. E. (1970): Influence of Organic Matter on Some Characteristics of Aquatic Soils. Hydrobiologia, 36:17-21.

Boyd, C. E. (1973b): The Chemical Oxygen Demand of Waters and Biological Materials from ponds. Trans. Amer. Fish. Soc., 102: 606-611.

Boyd, C. E. (1979b): Determination of Total Ammonia Nitrogen and Chemical Oxygen Demand in Fish Culture Systems. Trans. Amer. Fish. Soc. 108: 314-319 pp.

Boyd, C. E. (1984): Water quality in warm water fish ponds. Auburn Univ,. Agri.Exp. Station.359pp.

Boyd, C. E. (1990): Water quality in warm water fish ponds. Alabama Agricultural Experimental Station, Auburn Univ., Alabama, 482 pp.

Busch, C. D., J. L. Koon. And R. Allison. (1974): Aeration, Water Quality and Catfish production. Trans. Amer. Soc. Agr. Eng., 17: 433-435.

Chamberlain,W. and J. Shapiro. (1969): On the Biological Significance of Phosphate Analysis; Comparison of Standard and New Methods with a Bioassay. Limnol. Oceanogr., 14: 921-927.

Colman, J.A. and P.Edward. (1987): Feeding pathways and environmental constrains in waste-fed Aquaculture: balance and optimization. Detritus and microbioecology in Aquaculture (eds.D.J.W. Mortalitt & R.S.V. Pullin),pp. ٢٨١-٢٤٠. b ICLARM Conf. Proc.14.

Duchrow, R. M. and W. H. Everhart. (1971): Turbidity Measurement. Trans. Amer. Fish. Soc., 100: 682-690.

Dust, J. V. and A. Shindala. (1970): Relationship of Chlorophyll a to Algal Count and Classification in oxidation ponds. J. Water Pollution Control Fed,. 42 : 1362-1369.

Eicher, G. (1947): Aniline Dye in Aquatic Weed Control. J. Wildl. Manag., 11: 193-197.

Elster, J. and Jensen, K. W. (1960): Limnological and fishery investigations of Nozha Hydrodrome near Alexandria, Egypt. Notes and Memoirs No. 43 99 pp.

Foote, k. j. (1976): Studies on some of the Possible Effects of Overturns in Fish Ponds. M.S.thesis, Auburn Univ., Auburn, Ala. 38 pp.

Fortes, R. D.; Corre,V.L. and Pudadera, E.(1986) Effect of fertilizers and feeds as nutrient sources on *Oreochromis niloticus* production in Philippine brackish water ponds. In J.L. Maclean, L. B. Dizon and J. V. Hosilles. The first Asian fisheries forum. Asian fisheries society, Manila, Philippine, P.121-124.

Fogg, G. E. (1965): Algal Cultures and phytoplankton Ecology. Univ. Wis. Press, Madison.126pp.

Fry, F. E. J. (1971): The Effect of Environmental Factors on the physiology of Fish, p. 1-98.in Hoar and Randall (eds), Fish Physiology. Vol. 6. Academic Press, New York.

Gorham, E. (1976): Acid precipitation and its influence upon Aquatic Ecosystems- an Overview, p. 425-458. In Proc. First Int. Symp. On Acid Precipitation and the Forest Ecosystem. Us. Forest Ser., Gen. Tech. Rep. NE-23.

Hafez, A. f. and N. F. Abdel-Hakim (1998) : Performance of Silvar carp as affected by level of duck manuring and stocking density . Egypt. J. Agric. Res., 76 (3) 1297—1305.

Hafez, A. f., El – Helali . E. A ,.N. F. Abdel-Hakim and A. A. Mahmoud.(1998): Performance of Silvar carp growth as affected by level of duck manuring. Egypt. J. Agric. Res., 76 (4), 1701- 1717.

Hansen, C. F. K. and Batterson, T. R. (1994): Effect of fertilization frequency on the production of Nile tilapia. Aquaculture, 123 : 271.

Hutchinson, G. E. (1957): A treatise on limnology. Vol .1 .Geography, physics and chemistry. Ed . G. Hutchinson. Pub. Lohn Wiley and Sons. Ltd. New York .pp. 1015.

Hall, D.J., W.E. Cooper, and E. E .Werner.(1970): An Experimental Approach to the production Dynamics and Structure of Freshwater Animal Communities. Limnol. Oceanogr., 15: 839-928.

Jackson, G. A. (1974): A Review of the Literature on the Use of Copper Sulfate in Fisheries.U.S. Fish and Wildl. Ser., Rep. No. FWS- LR-74-06. 88 pp.

Jewell., W. J. (1971): Aquatic Weed Decay: Dissolved Oxygen Utilization and Nitrogen and phosphorus regeneration. J. Water Pollution Control Fed.,43: 1457 – 1467.

King, D.L. (1970): The Role of Carbon in Eutrophication. J. Water Pollution Control Fed., 42: 2035-2051.

King, D.L.and J. T. Novak. (1974): The kinetics of Inorganic Carbon- Limited Algal Growth. J. Water Pollution Control Fed., 46: 1812-1816.

Latterell, J.J., R. F. Holt. And D. R. Timmons. (1971): Phosphate Availability in Lake Sediments. J. Soil and Water Conserv., 26:21-24.

Lean, D. R. S. (1973): Phosphorus Dynamics in Lake Water . Science, 179: 678-680.

Lee, G. F. (1970): Eutrophication. Univ. Wis. WATER Resources Center, Occasional Paper No. 2. 39pp.

Lichtkoppler, F. R. (1977): Phosphorus Fertilization of Sunfish ponds incorporating White Amur for Macrophyte Control. M.s. thesis, Auburn Univ., Auburn. Ala. 27pp.

Lichtkoppler, F. R. and C. E. Boyd. (1977): Phosphorus Fertilization of Sunfish ponds. Trans. Amer. Fish. Soc.,106: 634– 636.

Liken. G. E., (ed). (1972): Nutrients and Eutrophication: the Limiting- Nutrient Controversy. Limnol. Oceanogr., Special Symposia, Vol. 1. 328 pp.

Lind, O. T. (1974): Handbook of CommonMethods in Limnology. C. V. Mosby,

St. Louis. 154pp.

Loyacano, H. A. (1974): Effects of Aeration in Earthen Ponds on Water Quality and production of White Catfish. Aquaculture, 3: 261 – 271.

Malca, R. P. (1976: Polyculture Systems with Channal Catfish as the Principal Species. Ph.D. diss., Auburn Univ., Auburn, Ala. 202pp.

Marathe, V. B., N. V. Huilgol, and S. G. Patil. (1975): Hydrogen Peroxide as a Source of Oxygen Supply in the Transport of Fish Fry. Prog. Fish-Cult., 37-117.

Marking, L. L. AND t. d. Bills.(1975):Toxicity of Potassium Permanganate to Fish and its Effectiveness for Detoxifying Antimycin. Trans. Amer. Fish. Soc., 104: 479-583.

Mauck, W. L. (1974): A Review of the Literature on the Useof Simazine in Fisheries. U.S. Fish Wildl. Ser., Rep. Fws-lr-74-16. 46 pp.

Mcintosh, A. w. (1975):Fate of Copper in ponds. Pestic. Monit. J., 8: 225-231.

Mcintosh, A. w. and N. R. Kevern. (1974):Toxicity of Copper to Zooplankton. J. Environ.QUAL., 3: 166-170.

Mcven, C. and C. E. Boyd.(1975):Effects of Waterhyacinth Cover on Water Chemistry, Phytoplankton, and Fish in ponds. J.Environ. QUAL., 4: 375- 378.

Melack, J. H.(1976: Primary Productivity and Fish Yields in Tropical Lakes. Trans. Amer. Fish. Soc., 105: 575-580.

Meyer, F. B., R. A. Schnick, and K. B. Cumming. (1976):Registration Status of Fishery Chemicals, February 1976. Prog. Fish-Cult., 38: 3-7.

Mezainis, V. E. (1977):Metabolic Rates of Pond Ecosysteems under Intensive Catfish Cultivation. M. S. thesis, Auburn Univ., Auburn, Ala. 107 pp.

Miller, W. E., T. E. Maloney, and J. C. Creene. (1974): Algal productivity in Lake Waters as Determined by Algal Assays. Water Res. 8: 667 - 679.

Minear, R A.(1975):Phosphorus Dynamics in Lake Water: Contribution by Death and Decay.Science, 187: 454 - 455.

Mount, D. I. (1973):Chronic Effect of Low pH on Fathead Minnow Survival, Growth and Reproduction. Water Res., 7: 987 - 993.

Nebeker, A. V. and J. R. Brett. (1976):Effects of Air-Supersaturated Water on Survival of Pacific Salmon and Steelhead Smolts. Trans. Amer. Fish. Soc., 105: 338-342.

Nelson, N. C. (1974): A Review of the Literature on the Use of Formalin- Malachite Green in Fisheries. U. S. Fish and Wildl. Ser., Rep. No. FWS – LR-74 -12. 31PP.

Odum, E. p. (1971):Fundamentals of Ecology. 3rd ed., W. B. Saunders Co., Philadelphia.574pp.

Pagenkopf, G. K., R. C. R usso, an R. V. Thurston.(1974). Effect of Complexation on Toxicity of Copper to Fishes. J. Fish. Res. Bd. Canada, 31: 462. - 465.

Pamatmat, M. M. and V. Mezainis. (1977): Disadvantages of Deep and Sheltered Ponds for Intensive Catfish Culture. Auburn Univ. (Ala) Agr. Exp. Sta.. Highlights of Agr. Res., 24. No. 4.

Parks, R. W., E. Scarsbrook, and C. E. Boyd.(1975): Phytoblankton and Water quality in a Fertilized Fish Pond. Auburn Univ. (Ala) Agr. Exp. Sta., Cir. 16 224 pp.

Peker. F. (1994): Organic carbon production and related fish yields in intensively manured fish ponds. Fish culture research institute, Hungary.

Phelps, R. P., j. a. Plumb, and C. W. Harris.(1977): Control of External Bacterial Infections of Bluegills with Potassium Permanganate. Prog. Fish- Cult., 39: 142 - 143.

Prather, E. E. and R. T.Lovell. (1971 Effect of Vitamin Forificationin Auburn No. 2 Fish Feed. Prc. Annual Conf. S. E. Association game and Fish Comm., 25: 479 -483.

Prather, E. E. and R. T.Lovell. (1973): Response of Intensively Fed Channal Catfish to Diets Containing Various Protein- Energy Ratios. Proc. Annual Conf. S. E. Assocation game and Fish Comm., 27: 455- 459.

Provine, W. C. (1976): Salt Method for Determining pond Volume. Prog. Fish-Cult.38: 135 -137.

Robinette, H. R. (1976): Effect of selected sublethol levels of ammonia Progressive Fish.Culture, 38:26-29.

Rappaport, U. and S. Sarig. (1975): The Results of tests in Intensive Growth of Fish at the Genosar (Israel) Station Ponds in 1974. Bamidgeh, 27: 75.٨٢ –

Rappaport, U., S. Sarig.and Y. Bejerano.(1977): Obsevations on the Use of Organic Fertilizers in Intensive Fish Farming at the Genosar Station in Bamidgeh, 29: 57 -70.

Rappaport, U., S. Sarig.and M. Marek.(1976): Results of tests of Various Aeration Systems on the Oxygen Regime in Genosar Experimental ponds and Growth of Fish There in 1975.Bamidgeh, 28: 35- 49.

Romaire. R. P. and C. E. Boyd.(1978): Predicting Nighttime Oxygen Depletion in Catfish ponds. Auburn Univ. (Ala.) Agr. Exp. Sta., Bull.505. 32pp.

Romaire. R. P., C. E. Boyd and W. J. Collis.(1978): Predicting Nighttime Dissolved Oxygen Decline in ponds used for Tilapia Culture. Trans. Amer. Fish. Soc. 107: 804-808.

Schnick, R. A. (1973 : Formalin as a Therapeutant in Fish Culture. U.S. Fish and Wildl. Ser., Rep. No Fws- LR-74-09. 131pp.

Schnick, R. A. (1974): A Review of the Literature on the Use of Rotenone in Fisheries. U. S. Fish and Wildl. Ser., Rep. No. FWS-LR-74-15. 130pp.

Schroeder, G.L.(1974): Use of fluid cowshed manure in fish ponds .Bamidgeh. 26: 84-96.

Schroeder, G.L.(1975 : Nighttime Material Balance for Oxygen in fish ponds Receiving Oranic Wastes .Bamidgeh, 27: 65 - 74.

Smith. C. E. and R .G. Piper. (1975). Lesions Associated with Chronic Exposure to Ammonia, p. 497-514. In W. E. Ribelin and G. Migaki (eds), The Pathology of Fishes. Univ. Wis. Press, Madison.

Snieszko, S. F. (1973): Recent Advances of Scientific Knowledge and Developments pertaining to Disease of Fishes. Adv. Vet. Sci. Comp. Med., 17: 291.. -314

Nile tilapia. Aquaculture, 123:271-280.

Smith, L .L., JR., D. M. Oseid, G. L. Kimball, and S.m.el-kandelgy. (1976): Toxicity of Hydrogen Sulfide to Various Life History Stages of Bluegill (Lepomis macrochirus).Trans. Amer. Fish. Soc., 105: 442-449.

Soltan, M. A., N. F. Abdel Hakim and M. N. Bakeer.(1999): Effect of stoking rate, organic fertilization and supplementary feed on growth performance, carcass and chemical analysis of Nile tilpia, (*Oreochromis niloticus*). Egyption J. Nutrition and Feeds (1999) 2 : 765-777.

Sowles,J. w. (1977): The Effect of Ammoium Nitrate on primary Primary Production in Fish Ponds. M.S .thesis, Auburn Univ.Auburn, Ala. 30 pp.

Steward, K .K. (1970): Nutrient Removal Potentials of Various Aquatic Plants. Hyacinth Control J., 8: 34-35.

Stiff, M .J. (1971a): The Chemical States of Copper in Polluted Fresh Water and a Scheme of Analysis to Differentiate Them. Water Res., 5: 585-599.

Tompkins .J. A and C. Tsal.(1976): Survival Time and Lethal Exposure Time for the Blacknose Dace Exposed to Free Chlorine and Chloramines. Trans. Amer. Fish. Soc., 105:313-321.

Tucker, C. S. and C. E. Boyd.(1977): Relationships between Potassium Permanganate Treatment and Water Quality. Trans. Amer. Fish. Soc., 106: 481-488.

Tucker, C. S. and C. E. Boyd.(1978):Consequences of Periodic Applications of Copper Sulfate and Simazine for Phytoplankton Control in Catfish Ponds. Tran. Amer. Fish. Soc., 107: 316-320.

Tucker, C. S. and C. E. Boyd.(1979):Effects of Simazine Treatment on Channel Catfish and Bluegill Production in ponds. Aquaculture. 15: 345-352.

United States Environmental Protection Agency :(1972).Handbook for Analytical quality Control in Water and Wastewater Laboratories. Analytical Quality Control Laboratory, Cincinnati, Ohio. 97 pp.

United States Environmental Protection Agency :(1974).Development Document for proposed effluent limitations Guidelines and New Source Performance Standards for the fish Hatcheries and Farms. Nat. Field Investigations Center, Denver, Colo. 237 pp.

United States Environmental Protection Agency:(1976). Methods for Chemical Analysis of Water and Wastes. Office of Technology Transfer ,Cincinnati, Ohio.298 pp.

Vanloon, J. C. and Beamish, R. J.(1977): Heavy-metal contamination by atmospheric fallout of several Flin Flon area lakes and the relation to fish populations. J.Fish. Res. Board Can. 34(7), 899. -906.

Verma, S. R., Rani, S. and Dalela, R. C. (1881): Synergism, antagonism and additivity of phenol, pentachlorophenol and dinitrophenol to a fish (***Notrpterus notropterus***). Arch. Environ. Contam. Toxicol. 10, 365-370.

Veith, G. D., Defoe, D. L. and Bergstedt, B. V. (1979) : Measuring and estimating the bioconcentration factor of chemicals in fish. J. Fish. Res. Board Can. 36(9), 1040- 1048.

Walsh,G. E. (1978): Toxic effects of pollutants on plankton. In Principles of ecotoxicology, ed. Butler. Wiley, London. Chapter 12 SCOPE Report 12.

Warren, C. E.(1971): Biology and water pollution control. W. b. Saunders Company, Philadelphia. 434.

Weete, J .D., W. T. Blevins,G. R. Wilt and D. Durham. (1977):Chemical, Biological, and Environmental Factors Responsible for the Earthy Odor in the Auburn City Water Supply. Auburn Univ. (Ala.) Agr. Exp. Sta., Bull. 490. 48 pp.

Westlake, D.f. (1975): Primary Production of Freshwater Macrophytes, p. 189-206. In J. P. Cooper (ed.), Photosynthesis and Productivity in Different Environments. IBP. Vol. 3. Cambridge Univ. Press, Cambridge.

Weizel, R .G. (1975): Limnology. W. b. Saunders Co., Philadelphia. 743pp.

Weinstein, N .L. and Anderson, P. D. (1978): Lethal and sub- lethal toxicities of opper-nickel mixtures to the zebrafish (*Brachydanio rerio*). Tech. Rep. Fish. Mar. SERV. Can. 818.

Westernhagen, H .von, Dethlefsen, V. and Rosen thal, H. (1979). Combined effects of cadmium, copper and lead on developing herring eggs and larvae. Helgolander Wiss. Meeresunters. 32(3), 257-278.

Willey, B. F. H. Jennings, and F. Muroski..(1964): Removal of Hydrogen Sulfide with potassium Permanganate. J. Amer. Water Works Association, 56: 475-479.

Yuan, T. L. (1974): A Double Buffer Method for the Determination of Lime Requirement of Acid Soils. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 38: 437 -440.

رقم الايداع بدار الكتب
٢٠٠٢/٤٧٧٤
الترقيم الدولى I.S.B.N
977 - 298 - 228 - 5